Aus der Abteilung für Anästhesie des St.Johannes-Hospitals
in Dortmund

Direktor: Prof.Dr.med.R. Purschke

ANWENDUNG VON POSITIV ENDEXPIRATORISCHEM DRUCK - EIN ROUTINEVERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER OXYGENIERUNG WÄHREND DER NARKOSEBEATMUNG ?

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Burkhard Pieper

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536504_0116

Aus der Abteilung für Anästhesie des St.Johannes-Hospitals
in Dortmund

Direktor: Prof.Dr.med.R. Purschke

ANWENDUNG VON POSITIV ENDEXPIRATORISCHEM DRUCK - EIN ROUTINEVERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER OXYGENIERUNG WÄHREND DER NARKOSEBEATMUNG ?

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Burkhard Pieper

1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf.

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf
gez.: Prof.Dr. Straßburg

Referent
gez.: Prof.Dr. Purschke

Korreferent
gez.: Prof.Dr. Falke

Herrn Prof.Dr.med. R. P u r s c h k e , der mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und mir die Möglichkeit bot, in seiner Abteilung zu arbeiten, bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Weiterhin danke ich recht herzlich den Ärzten und dem Pflegepersonal des St. Johannes-Krankenhauses in Dortmund und den Angestellten des Instituts für Biomathematik und Statistik in Düsseldorf, die mir geholfen haben, meine Untersuchungen durchzuführen und auszuwerten.

Düsseldorf, im Juni 1979

Ich gebe hiermit die eidesstattliche Erklärung ab, daß ich die vorliegende Arbeit ohne unerlaubte Hilfen angefertigt, das benutzte Schrifttum vollständig angegeben habe und diese Arbeit noch von keiner anderen Fakultät abgelehnt worden ist.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung und Ziel der Untersuchung	1
2.	Durchführung	3
2.1.	Patientengut	3
2.2.	Untersuchungsgang	3
2.2.1.	Blutgasuntersuchung	3
2.2.2.	Kreislauf	4
2.3.	Statistische Auswertung	4
3.	Ergebnisse	7
3.1.	Änderungen des PaO_2 bei den verschiedenen PEEP-Beatmungsgrößen	8
3.2.	Mögliche Einflußfaktoren auf die Effektivität von PEEP (bezogen auf den PaO_2)	16
3.2.1.	Art des Narkoseverfahrens	16
3.2.2.	Altersgruppierung	30
3.2.3.	Der PaO_2-Ausgangswert	38
3.3.	Gesamtüberblick über das Verhalten des Blutdruckes und der Herzfrequenz unter PEEP-Beatmung	47
4.	Diskussion	55
5.	Zusammenfassung	60
6.	Literaturübersicht	62

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

PEEP	=	Positive endexspiratory pressure
IPPV	=	Intermittent positive pressure ventilation
ARDS	=	Adult respiratory distress syndrome
IRDS	=	Infant respiratory distress syndrome
PaO_2	=	Arterieller Sauerstoffpartialdruck
$PaCO_2$	=	Arterieller Kohlendioxidpartialdruck
$AaDO_2$	=	Alveolär-arterielle Sauerstoffdruckdifferenz
$AaDCO_2$	=	Alveolär-arterielle Kohlendioxiddruckdifferenz
HMV	=	Herzminutenvolumen

1. EINLEITUNG UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ein zwar seit langem bekanntes, jedoch häufig verkanntes Problem bei langdauernden Allgemeinnarkosen ist die Tatsache, daß im Verlauf einer Narkose bereits in der ersten Stunde deutliche Veränderungen des Gasaustausches im Sinne eines intrapulmonalen Rechts-Links-Shuntes auftreten.
Die Ursachen dieses Shuntes trotz adäquater künstlicher Beatmung sind noch nicht eindeutig geklärt, wenn auch Hinweise dafür vorliegen, daß u.a. eine Kombination von Verteilungsstörungen und Störungen des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses hierbei eine Rolle spielen (7, 11, 13, 15, 22, 34, 39).

Folge dieses teilweise erheblichen Rechts-Links-Shuntes ist ein Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes, so daß bei entsprechender pulmonaler oder kardialer Vorschädigung unter Umständen eine gefährliche arterielle Hypoxie auftreten kann.

Zwar ließe sich eine starke Hypoxie durch Erhöhung der F_{IO_2} überspielen, dies hätte aber zur Folge, daß unter Umständen eine nicht mehr ausreichende Konzentration an Narkosegas, insbesondere Lachgas, zur Verfügung stünde. Eine Erhöhung der F_{IO_2} kann zwar eine Hypoxie beseitigen, die durch Hypoventilation hervorgerufen wurde, jedoch keine Hypoxie aufgrund eines Rechts-Links-Shuntes (37).

Nun hat sich in den letzten 10 Jahren in der Behandlung der akuten Lungeninsuffizenz die Anwendung eines positiven endexspiratorischen Druckniveaus (PEEP) durchgesetzt.
Die Vorteile dieser Beatmungstechnik waren bessere Oxygenierung, Reduktion des F_{IO_2}, Verhinderung von Atelektasenbildung und Verhinderung bzw. Verminderung von Lungenödemen, so daß es mit diesem Verfahren gelang, auch Patienten mit schwerem akutem Lungenversagen und hohen intrapulmonalen Rechts-Links-Kurzschlüssen über die akute Phase der pulmonalen Insuffizenz hinwegzubringen (2,14,21,26,27,30,34).

Dies trifft insbesondere zu für Patienten mit pulmonalen Komplikationen nach großen Eingriffen, nach Polytraumen, ausgedehnten Schockzuständen oder Massentransfusionen. Allerdings waren entsprechende Untersuchungen fast ausschließlich bei Patienten mit atelektatischen Lungenveränderungen bzw. mit einem sogenannten „respiratory distress syndrome" (RDS) und außerhalb der Narkose durchgeführt worden (2,16,17).

Es stellt sich nun die Frage, ob die Anwendung dieses Prinzips nicht in der Lage sein könnte, auch bei Patienten mit primär ausreichender Lungenfunktion, die während einer Narkose auftretenden Störungen des Gasaustausches zu vermeiden.

Daher sollte an einem unausgewählten Patientengut untersucht werden :

1. ob durch PEEP ein PaO_2-Abfall regelmäßig verhindert werden kann,
2. ob sich ein bestimmter PEEP als besonders positiv erweist (Frage nach dem „besten" PEEP),
3. ob Verzicht auf Kontrolle möglich ist, und daraus eine wesentliche Vereinfachung der Narkose-Beatmung resultieren könnte,
4. ob durch PEEP unerwünschte Nebenwirkungen auf das Kreislaufsystem hervorgerufen werden,
5. ob PEEP durch die Art des Narkoseverfahrens, das Alter -,bzw. durch die PaO_2-Ausgangslage des Patienten beeinflußbar ist.

2. DURCHFÜHRUNG

2.1 Patientengut

Die Untersuchung wurde an 42 Patienten durchgeführt, die sich überwiegend größeren Bauchoperationen unterziehen mußten.
Geschlecht, Alter und Gewicht der Patienten, sowie die jeweils durchgeführten Operationen sind in Tabelle 1 (Seite 5 und 6) zusammengefaßt.
Die Auswahl der Patienten erfolgte zufällig, jedoch mit der Einschränkung, daß Patienten mit ausgeprägten manifesten Lungenfunktionsstörungen von der Untersuchung ausgenommen wurden.

2.2 Untersuchungsgang

Nach Narkoseeinleitung und Erreichen eines steady-state wurde unter IPPB-Beatmung eine arterielle Blutgasanalyse (BGA) als Kontrollwert durchgeführt. Anschließend wurde ein PEEP-Beatmungsdruck von 5 cm H_2O eingestellt und erneut nach 20 Minuten eine weitere Blutgasanalyse entnommen. Analog erfolgte die dritte BGA nach Erhöhung des PEEP auf 10 cm H_2O und 20-minütiger Beatmung. Anschließend wurde wieder mit intermittierendem positivem Druck beatmet und der zweite Kontrollwert erstellt.

2.2.1 Blutgasuntersuchung

Die Blutentnahmen erfolgten über eine transkutan in die A.radialis eingeführte Kanüle und wurden sofort im Labor mit einem AVL Gas Check 938 ausgewertet.
Der Zeitraum zwischen Blutentnahme und Verarbeitung der Probe lag somit stets unter 5 Minuten.

2.2.2 Kreislauf

Blutdruck (in R.R.) und Herzfrequenz (Auszählen über eine Minute und zusätzliche Kontrolle durch Monitor-EKG) wurden alle 10 Minuten ermittelt.

2.3 Auswertung

Die Auswertung der Ergebnisse umfaßt:

1. Zusammenstellung aller ermittelten PaO_2-Werte bei den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken.
2. Detaillierte Darstellung der Anstiege und Abfälle des PaO_2 bei Übergang auf PEEP 5,10 und IPPB.
3. Gegenüberstellung der Kontrollwerte.
4. Änderungen des PaO_2 bei PEEP 5 und 10 und unter IPPB bezogen auf den Ausgangswert, und zwar sowohl allgemein als auch unter Berücksichtigung möglicher Einflußfaktoren.
5. Die statistische Auswertung umfaßt nur die Darstellung des PaO_2 unter PEEP und IPPB mit Hilfe von Rangzahlen; d.h., dem höchsten der 4 PaO_2-Werte (zwei Kontrollwerte unter PEEP 0 und je ein Wert unter PEEP 5 und 10) wurde eine 4, dem zweithöchsten eine 3, dem nächst kleineren eine 2 und schließlich dem kleinsten Wert eine 1 zugeordnet. Auf weitere statistische Tests wurde nach Absprache mit Dr. Trampich vom Institut für Biomathematik und Statistik in Düsseldorf verzichtet, da diese aufgrund der ausgeprägten Standardabweichungen keine zusätzlichen Erkenntnisse gebracht hätten.
6. Das Verhalten des Blutdruckes und der Herzfrequenz unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrücken.

TABELLE 1

Lfd. Nr.	OP-Diagnose	G	A	N	AZV	KG
1	Ulcus ventriculi	2	75	I	600	59
2	Gallenblasenanomalie	2	17	I	850	73
3	Strumektomie	2	64	I	600	51
4	Cholezystektomie	2	58	III	800	81
5	Cholezystektomie	2	68	III	650	44
6	Pankreaskopf- Ca.	2	56	I	800	60
7	Strumektomie	2	53	I	850	72
8	Cholezystektomie	2	73	II	850	70
9	Cholezystektomie	1	50	II	1050	87
10	Strumektomie	2	58	I	750	50
11	Schulter - Operation	1	20	II	750	72
12	Cholezystektomie	1	50	III	800	80
13	Rectum- Ca.	1	73	III	700	55
14	Cholezystektomie	2	64	II	700	65
15	Cholezystektomie	2	42	II	750	90
16	Pankreaskopf- Ca.	1	61	I	750	72
17	Cholezystektomie	2	64	III	700	50
18	Cholezystektomie	2	43	III	700	53
19	Cholezystektomie	1	38	I	950	82
20	Magen (B I)- OP	1	71	II	800	61

Teil I

Lfd. Nr.	OP-Diagnose	G	A	N	AZV	KG
21	Anus-Praeter-Rückverlagerg.	2	70	III	650	62
22	Sigma-Resektion	1	73	II	800	75
23	Pankreaskopf- Ca.	1	74	I	750	60
24	Tumor am Oberschenkel	2	51	II	900	76
25	Coecum mobile	2	43	III	700	65
26	Anus-Praeter-Rückverlagerg.	1	67	III	800	70
27	Leistenhernie	1	62	I	850	71
28	Cholezystektomie	2	64	I	800	68
29	Mamma-PE	2	36	II	650	54
30	Pankreaszyste	1	55	II	800	72
31	Cholezystektomie	2	62	III	800	64
32	Cholezystektomie	2	37	I	700	59
33	Cholezystektomie	2	42	I	750	59
34	Strumektomie	2	38	III	750	62
35	Magen (B I)- OP	2	75	I	600	44
36	Periduodenitis	1	43	II	850	85
37	Ikterus	1	72	II	800	79
38	Cholezystektomie	1	42	III	1100	99
39	Magen (B I)- OP	1	45	III	850	90
40	Magen- Ca.	1	68	I	750	65
41	Magen (B I)- OP	2	64	III	700	52
42	Magen (B I)- OP	1	39	II	900	81

Teil II

Tabelle 1: Aufschlüsselung des Patientenguts; Darstellung von Geschlecht, Alter, Atemzugvolumen und Gewicht, sowie der Art der durchgeführten Narkose.

G = Geschlecht
A = Alter; 1 = männl., 2 = weibl.
N = Narkoseart; 1 = NLA, 2 = NLA + Halothan
3 = NLA + Ethrane
AZV = Atemzugvolumen
KG = Gewicht

3. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse wurden unter folgenden Gesichtspunkten analysiert:

1. Verhalten des PaO_2 unter PEEP-Beatmung beim Gesamtkollektiv,
2. Verhalten des PaO_2 in Abhängigkeit von:
   a) Art des Narkoseverfahrens
   b) Alter des Patienten
   c) PaO_2-Ausgangswert des Patienten,
3. Verhalten des Blutdrucks und der Herzfrequenz unter PEEP-Beatmung.

3.1 Änderung des PaO_2 bei den verschiedenen PEEP-Beatmungsgrößen

Die Tabellen 2,3,4 und 5 (Seite 8-14) zeigen das Verhalten des PaO_2 jedes Patienten unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken.

Betrachtet man in Tabelle 2, die den Gesamtüberblick über alle Meßergebnisse vermittelt, die durchschnittlichen Sauerstoffpartialdruckwerte unter den verschiedenen endexpiratorischen Druckniveaus, so findet sich auf den ersten Blick überhaupt kein Unterschied. PEEP-Beatmung scheint danach die Oxygenierung unter Narkosebedingungen nicht zu beeinflussen.

Bei der Betrachtung der individuellen Meßresultate des einzelnen Patienten fällt jedoch auf, daß im Einzelfall ganz erhebliche Partialdrucksprünge aufgetreten sind.

Um diesen Aspekt zu verdeutlichen, wurden die Patienten, die bei Anheben des endexpiratorischen Druckniveaus einen Sauerstoffpartialdruckabfall zeigten, den Patienten gegenübergestellt, bei denen nach Erhöhung des endexpiratorischen Druckes ein Anstieg der Sauerstoffpartialdruckwerte zu verzeichnen war (Tabelle 3 und 4, Seite 10-13). Dabei stellte sich heraus, daß unter den verschiedenen Beatmungsdrucken ein Abfall praktisch genau so häufig zu verzeichnen war wie ein Anstieg.

TABELLE 2

Lfd. Nr.	PaO_2 bei :			
	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	107	102	88	90
2	156	132	150	81
3	145	136	129	122
4	129	130	135	169
5	140	145	148	134
6	151	160	141	149
7	140	130	135	143
8	133	129	136	131
9	85	78	92	90
10	122	100	129	127
11	168	170	179	172
12	93	91	96	85
13	108	98	90	81
14	116	95	91	85
15	91	94	98	132
16	130	99	99	84
17	150	151	164	152
18	80	139	71	152
19	94	105	93	101
20	142	134	133	108
21	115	116	106	117
22	87	78	84	89
23	60	56	58	63
24	138	136	133	124
25	93	76	67	53
26	115	104	71	58
27	130	139	137	130
28	141	122	124	114
29	119	123	121	127
30	71	63	110	130
31	136	117	125	140
32	62	62	60	63

Teil I

TABELLE 2

Lfd. Nr.	PaO_2 bei :			
	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
33	137	131	134	136
34	151	156	145	151
35	150	150	135	142
36	98	90	86	107
37	120	94	122	130
38	92	131	115	104
39	65	61	118	128
40	72	100	106	82
41	134	144	144	146
42	111	136	139	134

Teil II

Tabelle 2: Verhalten des PaO_2 unter PEEP beim Gesamtkollektiv

TABELLE 3

Lfd. Nr.	PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 0 -- PEEP 5	PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 5 -- PEEP 10	PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 10 -- PEEP 0
1	107 -- 102	102 -- 88	
2	156 -- 132		150 -- 81
3	145 -- 136	136 -- 129	129 -- 122
5			148 -- 134
6		160 -- 141	
7	140 -- 130		
8	133 -- 129		136 -- 131
9	85 -- 78		92 -- 90
10	122 -- 100		129 -- 127
11			179 -- 172
12	93 -- 91		96 -- 85
13	108 -- 98	98 -- 90	90 -- 81
14	116 -- 95	95 -- 91	91 -- 85
16	130 -- 99		99 -- 84
17			164 -- 152
18		139 -- 71	
19		105 -- 93	
20	142 -- 134	134 -- 133	133 -- 108
21		116 -- 106	
22	87 -- 78		
23	60 -- 56		
24	138 -- 136	136 -- 133	133 -- 124
25	93 -- 76	76 -- 67	67 -- 53
26	115 -- 104	104 -- 71	71 -- 58
27		139 -- 137	137 -- 130
28	141 -- 122		124 -- 114
29		123 -- 121	
30	71 -- 63		
31	136 -- 117		
32		62 -- 60	
33	137 -- 131		
34		156 -- 145	

Teil I

TABELLE 3

Lfd. Nr.	PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 0 -- PEEP 5		PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 5 -- PEEP 10		PaO_2-Abfall bei Übergang von PEEP 10 -- PEEP 0	
35			150	135		
36	98	90	90	86		
37	120	94				
38			131	115	115	104
39	65	61				
40					106	82
42					139	134
G	24		19		21	
%	57,14		45,23		50,00	
m	114,08	102,17	118,53	105.89	120,38	107,19
S	27,33	25,34	27,33	28,19	29,57	30,71
CV	23,96	24,80	23,06	26,62	24,56	28,65

Teil II

Tabelle 3: Detaillierte Darstellung aller PaO_2-Abfälle bei Übergang zu verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken.

G: Anzahl der Patienten, die bei einer Änderung des PEEP mit einem Abfall des PaO_2 reagierten.

%: Anzahl dieser Patienten in Prozent

m: Mittelwerte des PaO_2 in den einzelnen Gruppen

S: Standardabweichung in den einzelnen Gruppen

CV: Standardabweichung in Prozent

Tabelle 4

Lfd. Nr.	PaO_2-Anstieg bei Übergang von PEEP 0 -- PEEP 5	PaO_2-Anstieg bei Übergang von PEEP 5 -- PEEP 10	PaO_2-Anstieg bei Übergang von PEEP 10 -- PEEP 0
1			88 -- 90
2		132 -- 150	
4	129 -- 130	130 -- 135	135 -- 169
5	140 -- 145	145 -- 148	
6	151 -- 160		141 -- 149
7		130 -- 135	135 -- 143
8		129 -- 136	
9		78 -- 92	
10		100 -- 129	
11	168 -- 170	170 -- 179	
12		91 -- 96	
15	91 -- 94	94 -- 98	98 -- 132
17	150 -- 151	151 -- 164	
18	80 -- 139		71 -- 152
19	94 -- 105		93 -- 101
21	115 -- 116		106 -- 117
22		78 -- 84	84 -- 89
23		56 -- 58	58 -- 63
27	130 -- 139		
28		122 -- 124	
29	119 -- 123		121 -- 127
30		63 -- 110	110 -- 130
31		117 -- 125	125 -- 140
32			60 -- 63
33		131 -- 134	134 -- 136
34	151 -- 156		145 -- 151
35			135 -- 142
36			86 -- 107
37		94 -- 122	122 -- 130
38	92 -- 131		

Teil I

TABELLE 4

Lfd. Nr.	PaO_2-Anstieg bei Übergang von PEEP 0 -- PEEP 5	PEEP 5 -- PEEP 10	PEEP 10 -- PEEP 0
39		61 -- 118	118 -- 128
40	72 -- 100	100 -- 106	
41	134 -- 144		144 -- 146
42	111 -- 136	136 -- 139	
G	16	21	21
%	38,09	50,00	50,00
m	120,44 133,69	109,90 122,95	109,95 124,05
S	28,53 21,73	31,71 27,92	27,62 28,79
CV	23,69 16,26	28,85 22,71	25,12 23,21

Teil II

Tabelle 4: Detaillierte Darstellung aller PaO_2-Anstiege bei Übergang zu verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken.

G: Anzahl der Patienten, die bei einer Änderung des PEEP mit einem Anstieg des PaO_2 reagierten.

%: Anzahl dieser Patienten in Prozent

m: Mittelwerte des PaO_2 in den einzelnen Gruppen

CV: Standardabweichung in Prozent

TABELLE 5

Lfd. Nr.	Endwert über Ausgangswert		Lfd. Nr.	Endwert unter Ausgangswert	
4	169	129	1	90	107
7	143	140	2	81	156
9	90	85	3	122	145
10	127	122	5	134	140
11	172	168	6	149	151
15	132	91	8	131	133
17	152	150	12	85	93
18	152	80	13	81	108
19	101	94	14	85	116
21	117	115	16	84	130
22	89	87	20	108	142
23	63	60	24	124	138
29	127	119	25	53	93
30	130	71	26	58	115
31	140	136	28	114	141
32	63	62	33	136	137
36	107	98	35	142	150
37	130	120			
38	104	92			
39	128	65			
40	82	72			
41	146	134			
42	134	111			
G	23			17	
%	54,76			40,47	
m	121,65	104.39		104,53	129.12
S	30,15	30,18		29,63	19,98
CV	24,78	28,91		28,35	15,47

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Patienten, deren 2. Kontrollwert (Endwert unter IPPB) unter bzw. über dem ersten Kontrollwert (Ausgangswert unter IPPB) lag.

Praktisch das gleiche Bild findet sich bei Gegenüberstellung der Kontrollwerte, d.h.: des Sauerstoffpartialdruckwertes zu Beginn der Untersuchung und desjenigen bei Beendigung der Untersuchung, die beide unter IPPB-Bedingungen gewonnen wurden. Während bei 23 Patienten der Ausgangswert niedriger lag als bei Beendigung des Untersuchungsganges nach etwa $1^1/2$-stündiger Narkosedauer, zeigte sich bei 17 das umgekehrte Verhalten; d.h.: ein gerichtetes Verhalten ist nicht festzustellen. Vielmehr ist davon auszugehen, daß offensichtlich individuelle Momente das Verhalten des Sauerstoffpartialdruckes bestimmen.
Dies wird besonders deutlich, wenn man die Änderungen des Sauerstoffpartialdruckes unter den verschiedenen Beatmungsdrucken graphisch darstellt (Abb. 1 und 2, Seite 17 und 18).

Schon auf den ersten Blick ist zu erkennen, daß praktisch alle Möglichkeiten der Partialdruckänderung unter den verschiedenen Beatmungsdrucken vertreten sind, vom kontinuierlichen Anstieg des PaO_2 bis zum kontinuierlichen Abfall ebenso, wie wechselhafte Richtungsänderungen innerhalb des Untersuchungsganges.

Da offensichtlich Änderungen des endexspiratorischen Druckniveaus allein keine Erklärung für dieses unterschiedliche Verhalten bieten, wurde untersucht, ob das angewandte Anästhesieverfahren seinerseits einen gerichteten Einfluß ausübt.

3.2 Mögliche Einflußfaktoren auf die Effektivität von PEEP (bezogen auf den PaO_2)

3.2.1 Art des Narkoseverfahrens

Betrachtet man die Ergebnisse getrennt nach den einzelnen Narkoseverfahren, so ist auch hier kein einheitliches Ergebnis erkennbar. Bei den 15 Patienten, die eine reine NLA erhielten, kam es unter PEEP 5 neunmal zu einem Abfall des PaO_2, viermal zu einem Anstieg und zweimal war keine Änderung zu verzeichnen, während PEEP 10 (im Vergleich zum Ausgangswert) zwölfmal einen Abfall und dreimal einen Anstieg des PaO_2 bewirkte. In Anbetracht der großen Streubreite (s.Abb. 3, S. 20 und Tabelle 9, S. 29) ist aber eine statistische Sicherung eines systematischen Effektes nicht möglich, wobei die Rangzahlenverteilung (s.Abb.4, S.21 und Tab.6, S.22) das insgesamt individuell unterschiedliche Verhalten der Patienten noch unterstreicht. So müssen hier 3 Untergruppen unterschieden werden. Die erste umfaßt hierbei 2 Patienten, die mit der Rangzahlenfolge 4231 einen Abfall des PaO_2 bei PEEP 5, einen Anstieg bei PEEP 10 (unter Ausgangsniveau) und einen erneuten Abfall bei PEEP 0 (Kontrollwert) zeigten. In der zweiten kam es ebenfalls zweimal zu einem gleichen PaO_2-Verlauf unter PEEP 0,5 und 10, nämlich mit der Konstellation 3124, also Abfall des PaO_2 bei PEEP 5 auf den niedrigsten Wert, Anstieg bei PEEP 10 (unter Ausgangsniveau) und weiteren Anstieg unter IPPB. Die dritte Gruppe schließlich, die zahlenmäßig die stärkste ist, umfaßt die restlichen 11 Patienten, die alle unterschiedlich auf PEEP reagierten.

Ein ähnliches Bild bieten die 13 in Kombination mit Halothan anästhesierten Patienten (s.Abb.5, S.23 und Tab.9, S.29). So kommt es hier unter PEEP 5 neunmal zu einem Abfall des PaO_2 und viermal zu einem Anstieg, während PEEP 10 fünfmal einen Abfall bewirkte, achtmal einen Anstieg.

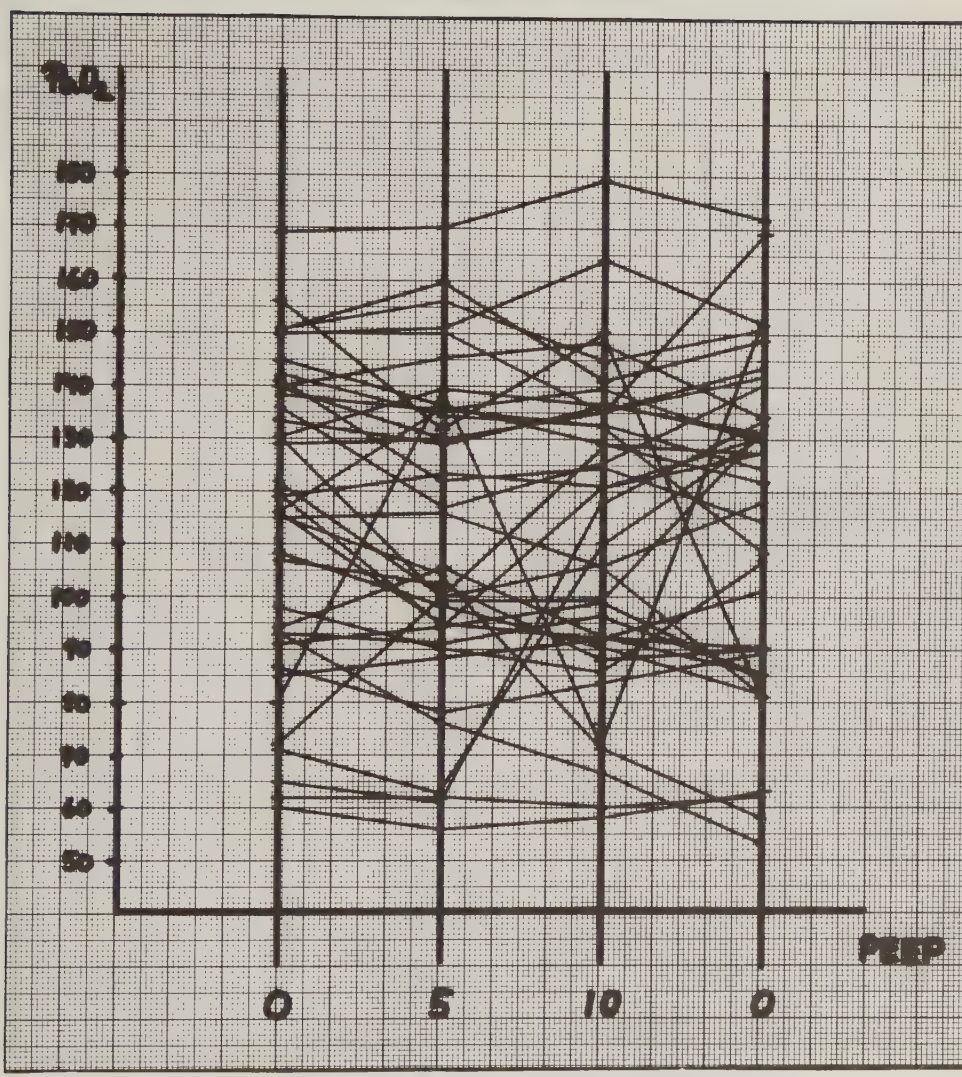

Abb. 1. Das Verhalten des PaO_2 unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken.

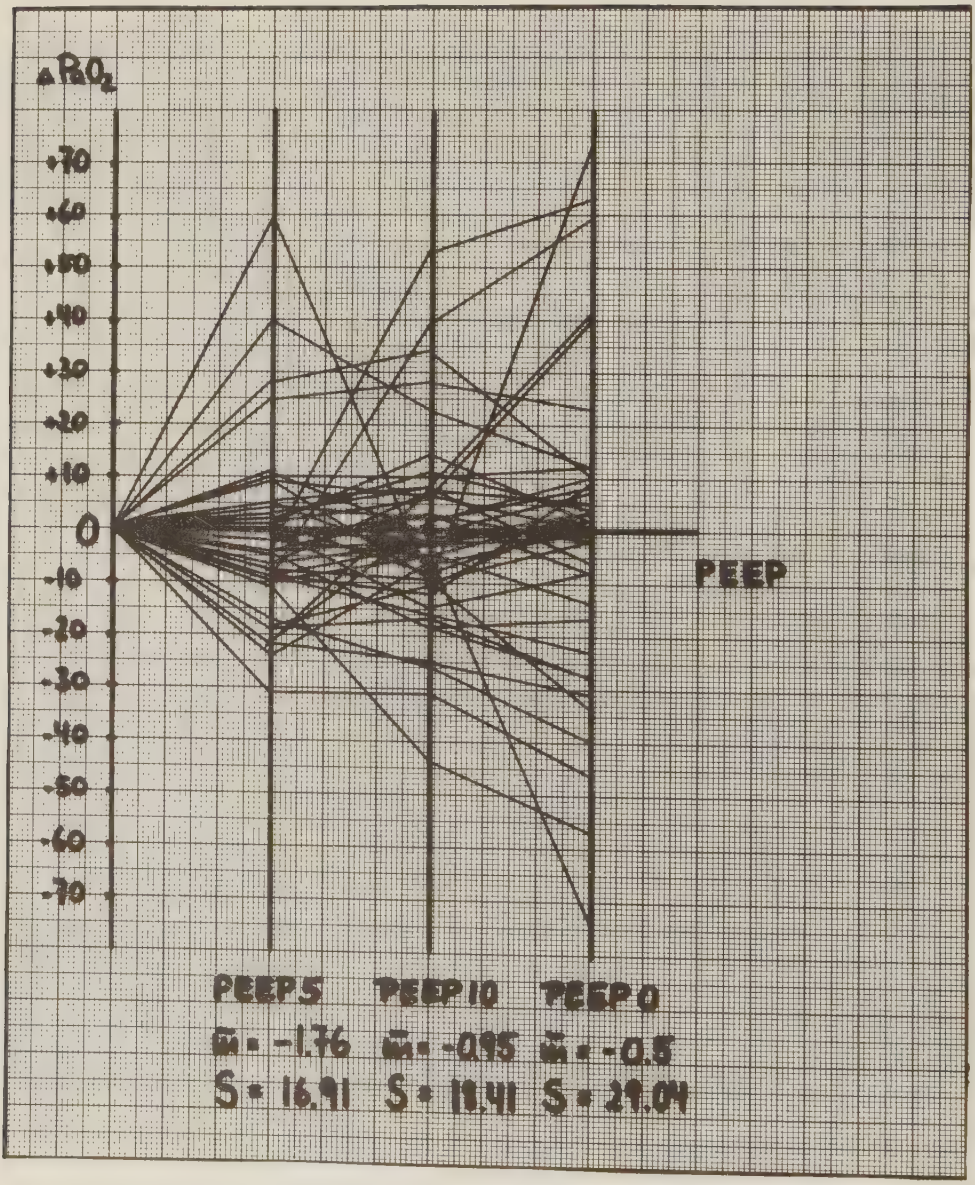

Abb. 2. Die Änderungen des PaO_2 bei PEEP 5 und 10 und unter IPPV bezogen auf den Ausgangswert.

Dies zeigt, daß unter diesem Anästhesieverfahren PEEP 10 zwar häufiger einen Anstieg als einen Abfall (im Vergleich zu den Patienten mit reiner NLA-Narkose) bewirkt, sich jedoch das Verhalten der Patienten stark individuell verschieden darlegt. Dieser Punkt wird durch die Rangzahlenaufschlüsselung besonders deutlich (s. Abb.6, S.24 und Tab.7, S.25), wobei hier ebenfalls drei Untergruppen zu unterscheiden sind. Während die erste Gruppe zwei Patienten umfaßt, die die Rangzahlenfolge 2134 (Abfall bei PEEP 5, Anstieg bei PEEP 10 - über Ausgangsniveau - und weiterer Anstieg bei IPPB) bieten, zeigt sich bei der zweiten dreimal mit der Konstellation 4321 ein kontinuierlicher Abfall des PaO_2 vom höchsten Wert (Ausgangswert) bis zum Kontrollwert. In der dritten Gruppe, zu der die restlichen 8 Patienten zählen, kam es zu keinem gleichartigen PaO_2-Verlauf.

Auch die in Kombination mit Ethrane beatmeten 14 Patienten boten kein definitiv abweichendes Bild (Abb.7, S.26 und Tab.9, S.29). Achtmal kam es unter PEEP 5 zu einem Anstieg des PaO_2 und sechsmal zu einem Abfall, während PEEP 10 in Bezug auf den Ausgangswert siebenmal einen Anstieg und siebenmal einen Abfall bewirkte. Wie bei den mit Halothan anästhesierten Patienten zeigte sich hier bei drei Patienten die Rangzahlenfolge 4321, während es weiterhin dann nur noch zweimal zu einem gleichartigen PaO_2-Verlauf kam, und zwar mit der Konstellation 2314 (Anstieg des PaO_2 bei PEEP 5, Abfall bei PEEP 10 unter das Ausgangsniveau und erneuter Anstieg zum höchsten PaO_2-Wert während der Narkose bei PEEP 0, dem Kontrollwert. Die zahlenmäßig stärkste Gruppe bilden jedoch auch hier die 9 Patienten, die sich vollkommen unterschiedlich verhielten (s. Abb.8 u. Tab.8, S. 27 u. 28).

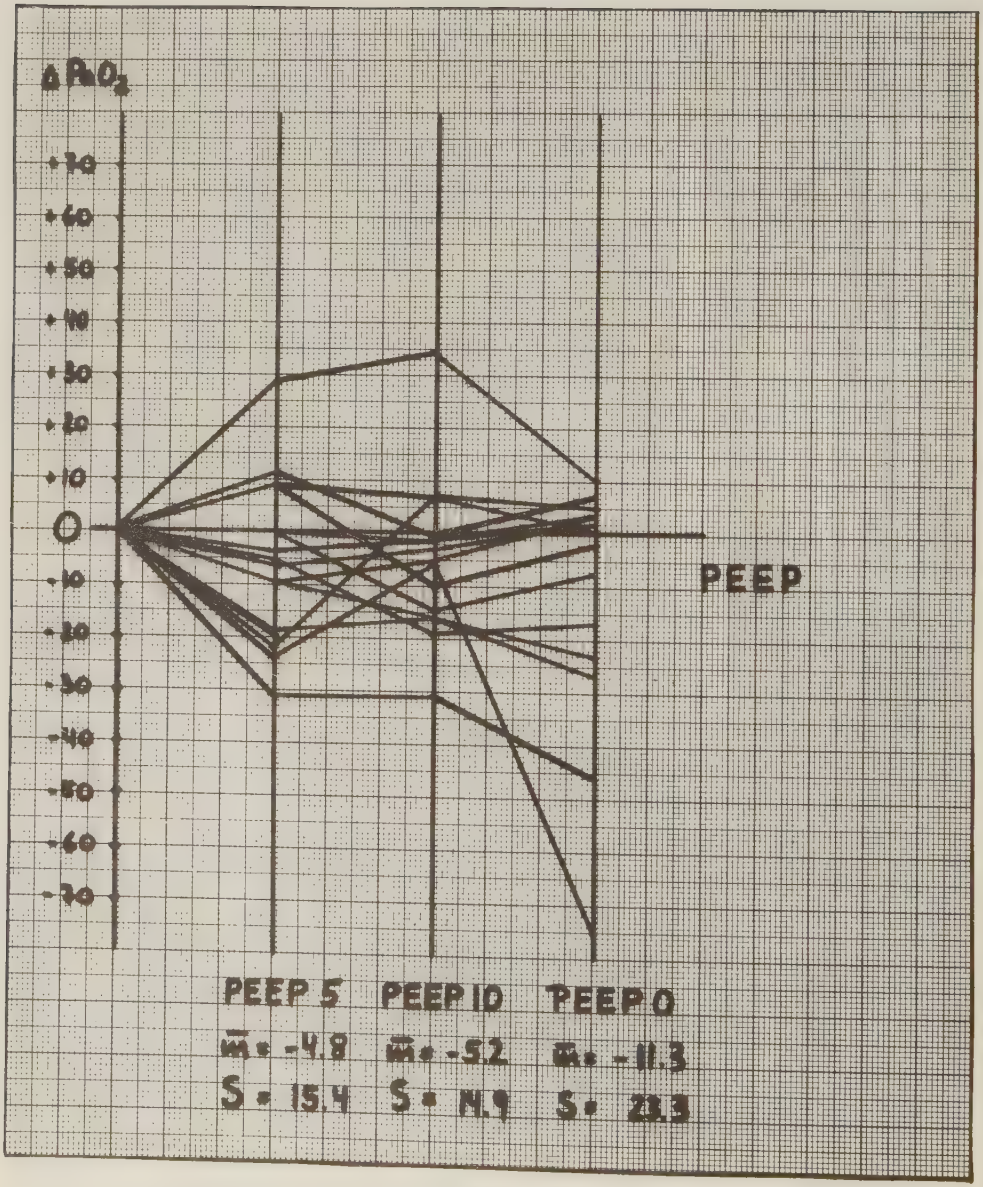

Abb. 3. Änderungen des PaO_2 unter PEEP und IPPV gegenüber dem Ausgangswert bei 15 Patienten, die eine reine NLA-Narkose erhielten.

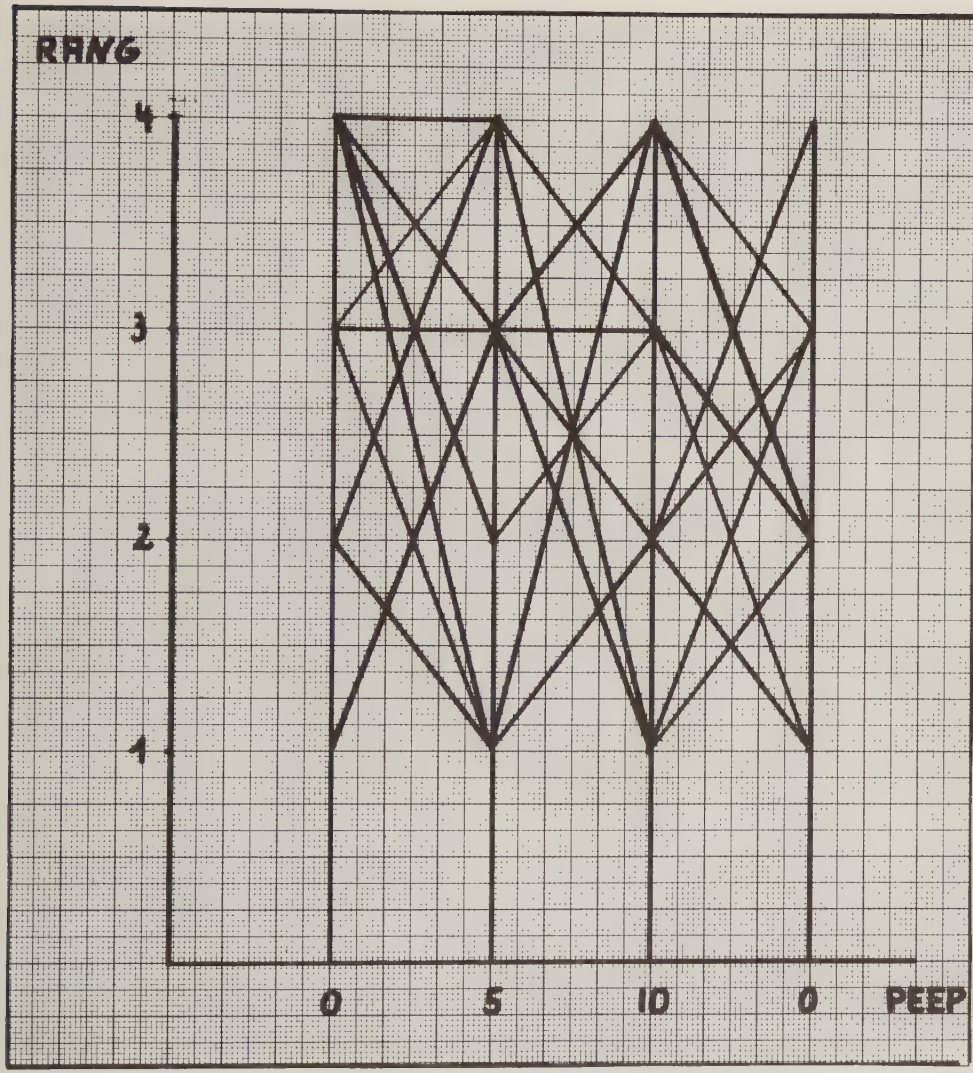

Abb. 4. Das Verhalten des PaO_2 von 15 Patienten, die eine reine NLA-Narkose erhielten und mit IPPV und PEEP beatmet wurden; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 6

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	4	3	1	2
2	4	2	3	1
3	4	3	2	1
6	3	4	1	2
7	3	1	2	4
10	2	1	4	3
16	4	3	3	2
19	2	4	1	3
23	3	1	2	4
27	2	4	3	2
28	4	2	3	1
32	3	3	2	4
33	4	1	2	3
35	4	4	3	2
40	1	3	4	2

Tabelle 6: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die eine reine NLA-Narkose erhielten.

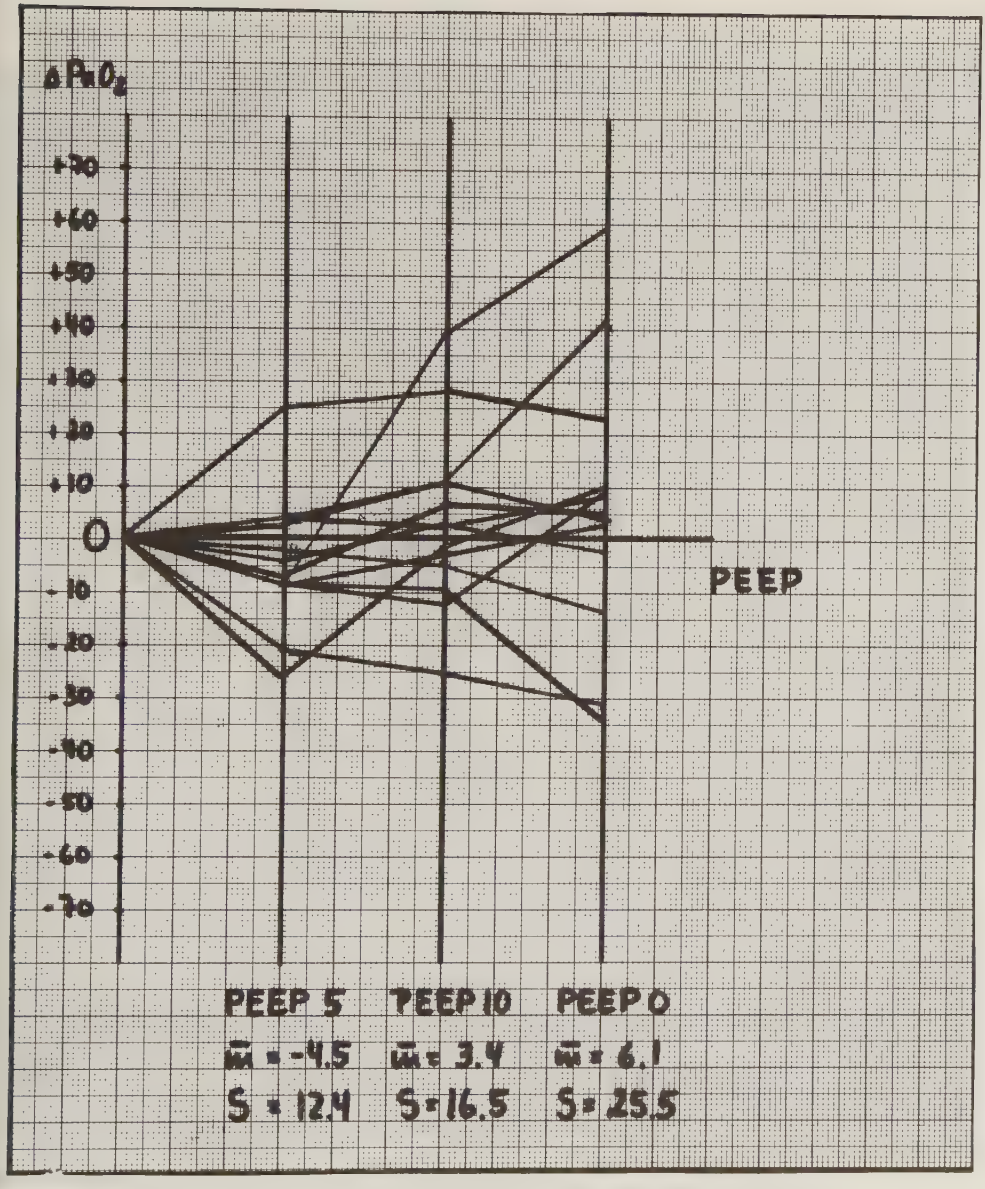

Abb. 5. Änderungen des PaO_2 unter PEEP und IPPV gegenüber dem Ausgangswert bei 13 Patienten, die eine NLA-Narkose mit zusätzlich Halothan erhielten.

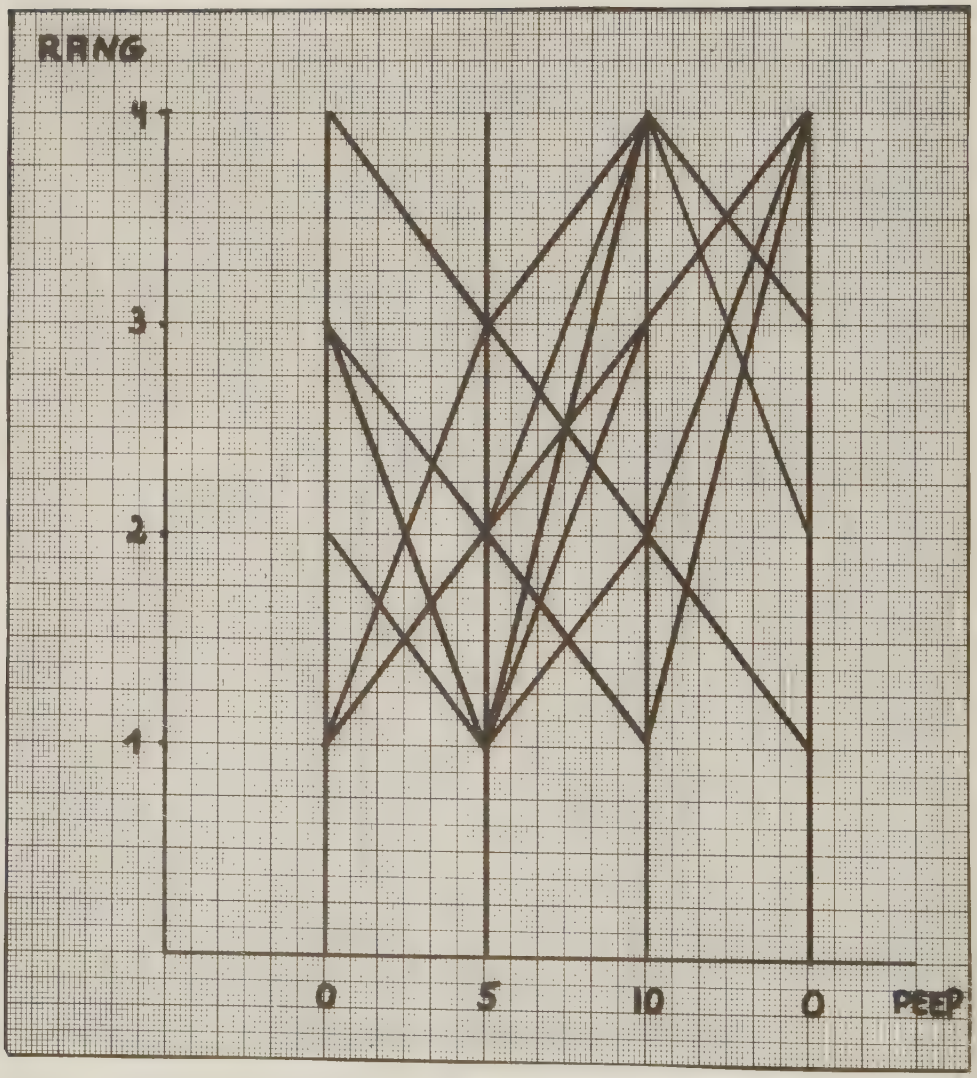

Abb. 6. Das Verhalten des PaO_2 von 13 Patienten, die eine NLA-Narkose und Halothan erhielten und mit IPPV und PEEP beatmet wurden; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 7

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
8	3	1	4	2
9	2	1	4	3
11	1	2	4	3
14	4	3	2	1
15	1	2	3	4
20	4	3	2	1
22	3	1	2	4
24	4	3	2	1
29	1	3	2	4
30	2	1	3	4
36	3	2	1	4
37	2	1	3	4
42	1	3	4	2

Tabelle 7: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die eine NLA + HALOTHAN-Narkose erhielten.

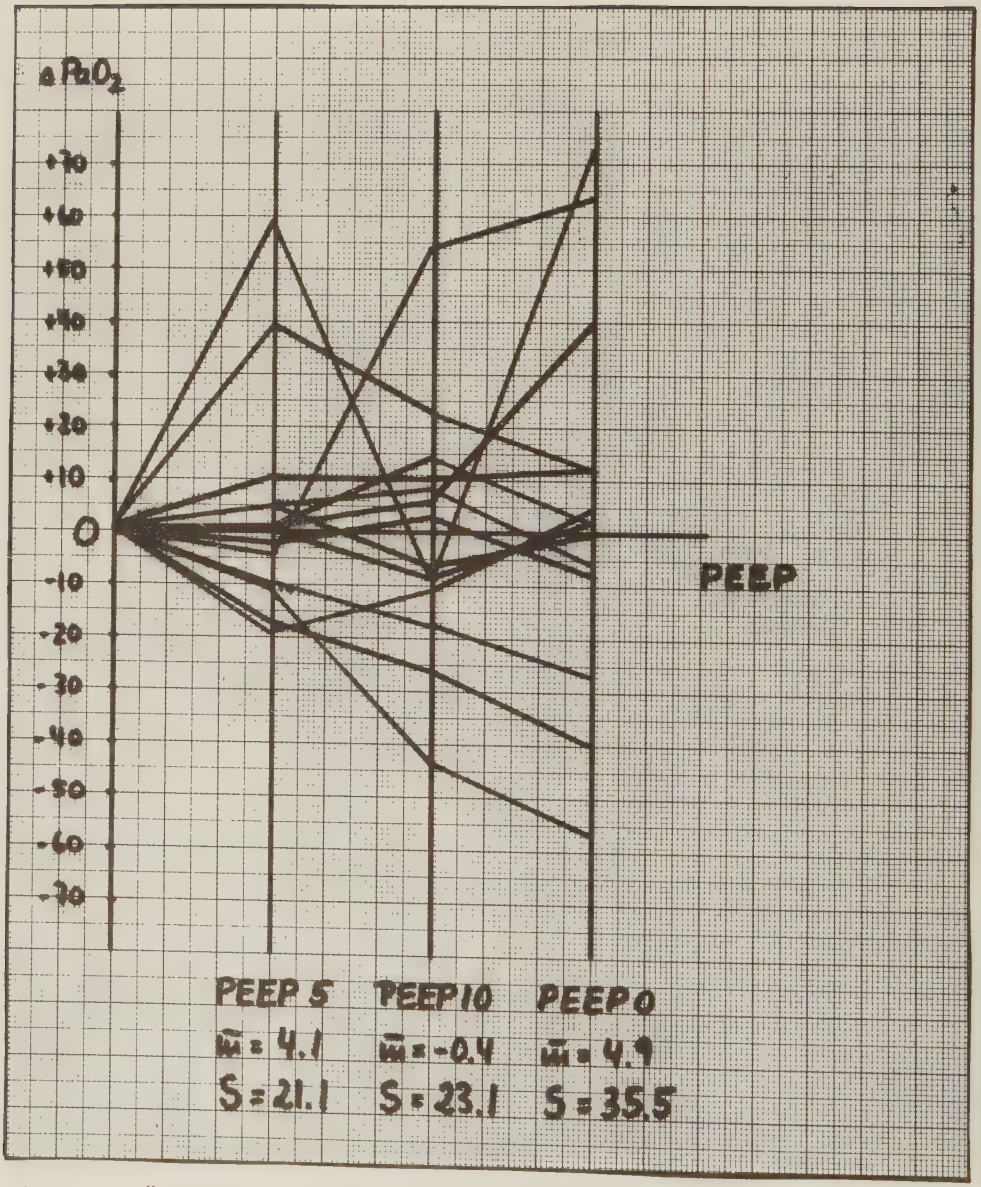

Abb. 7. Änderungen des PaO_2 unter PEEP und IPPV gegenüber dem Ausgangswert bei 14 Patienten, die eine NLA-Narkose und Ethrane erhielten.

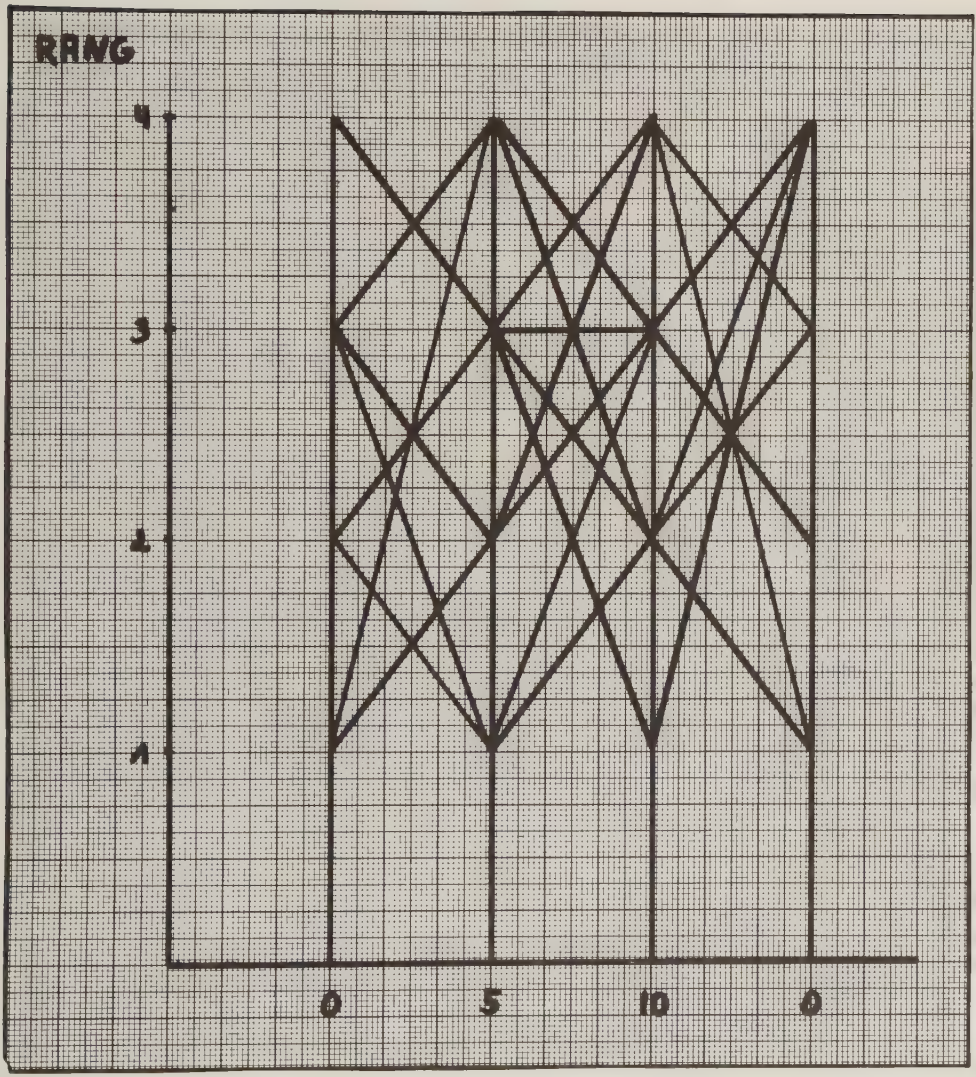

Abb. 8. Das Verhalten des PaO_2 von 14 Patienten, die eine NLA-Narkose und Ethrane erhielten und mit IPPV und PEEP beatmet wurden; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 8

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
4	1	2	3	4
5	2	3	4	1
12	3	2	4	1
13	4	3	2	1
17	1	2	4	3
18	2	3	1	4
21	2	3	1	4
25	4	3	2	1
26	4	3	2	1
31	3	1	2	4
34	3	4	2	3
38	1	4	3	2
39	2	1	3	4
41	2	3	3	4

Tabelle 8: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die eine NLA + ETHRANE-Narkose erhielten.

TABELLE 9

Anzahl der Patienten	Narkose	PEEP	PaO_2-Änderungen niedrigster Wert	höchster Wert	m
15	NLA	5	- 31	+ 28	- 4.8
		10	- 31	+ 34	- 5.2
		0	- 75	+ 10	- 11.3
13	NLA + HALOTHAN	5	- 26	+ 25	- 4.5
		10	- 25	+ 39	+ 3.4
		0	- 34	+ 59	+ 6.1
14	NLA + ETHRANE	5	- 19	+ 59	+ 4.1
		10	- 44	+ 53	- 0.4
		0	- 57	+ 72	+ 4.9

Tabelle 9: Schwankungsbreite und mittlere Änderung des PaO_2 unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken; getrennt dargestellt für die einzelnen Narkoseverfahren.

Es zeigte sich hier kein eindeutig negativer Einfluß eines bestimmten Narkoseverfahrens auf den PaO_2 an. Zwar kommt es in der NLA-Gruppe zu stärkeren negativen mittleren Abweichungen, doch ist dies aufgrund der ausgeprägten Standardabweichungen (Abb. 3,5,7) offensichtlich ohne statistische Signifikanz.

3.2.2 Altersgruppierung

Interessant war ferner die Frage, inwieweit das Alter den Effekt von positivem endexpiratorischem Druck beeinflussen kann. Die Patienten wurden daher in zwei Gruppen unterteilt:

1. Patienten, die jünger oder gleich 60 Jahre alt sind,
2. Patienten, die älter als 60 Jahre sind

und getrennt analysiert.

In der Altersgruppe jünger oder gleich 60 Jahre (Abb.9, S.31 u. Tab.12, S.37), die 22 Patienten umfaßt, bewirkte PEEP 5 zehnmal einen Anstieg, elfmal einen Abfall und einmal keine Änderung des PaO_2, während unter PEEP 10 elfmal ein Anstieg und elfmal ein Abfall gegenüber dem PaO_2 bei PEEP 0 erfolgte.

Betrachtet man die Rangzahlen (Abb.10 u. Tab.10, S.32 u.33), so wird das unterschiedliche Verhalten des PaO_2 auf PEEP noch unterstrichen; nur viermal boten je zwei Patienten einen ähnlichen Wirkungseinfluß von PEEP auf den PaO_2. Zweimal kam es zu der Konstellation 1234 (kontinuierlicher Anstieg des PaO_2 mit höchstem Wert unter PEEP 0 beim Kontrollwert), zweimal zur Konstellation 4321 (also das genaue Gegenteil) und schließlich zeigten je zwei Patienten die Rangzahlenfolgen 2143 bzw. 2134, bei denen es unter PEEP 5 zu einem Abfall des PaO_2 kam, und die sich nur darin unterscheiden, daß der höchste PaO_2-Wert einmal bei PEEP 10 erscheint (mit nachträglichem Absinken bei IPPB) und das andere Mal nach Anstieg bei PEEP 10 erst beim Kontrollwert.

Auch bei den 20 Patienten, die älter als 60 Jahre sind, zeigt sich ein praktisch identisches Resultat (s. Abb.11, S.34 u. Tab.12, S.37). So kam es hier bei PEEP 5 sechsmal zu einem Anstieg, dreizehnmal zu einem Abfall und einmal zu

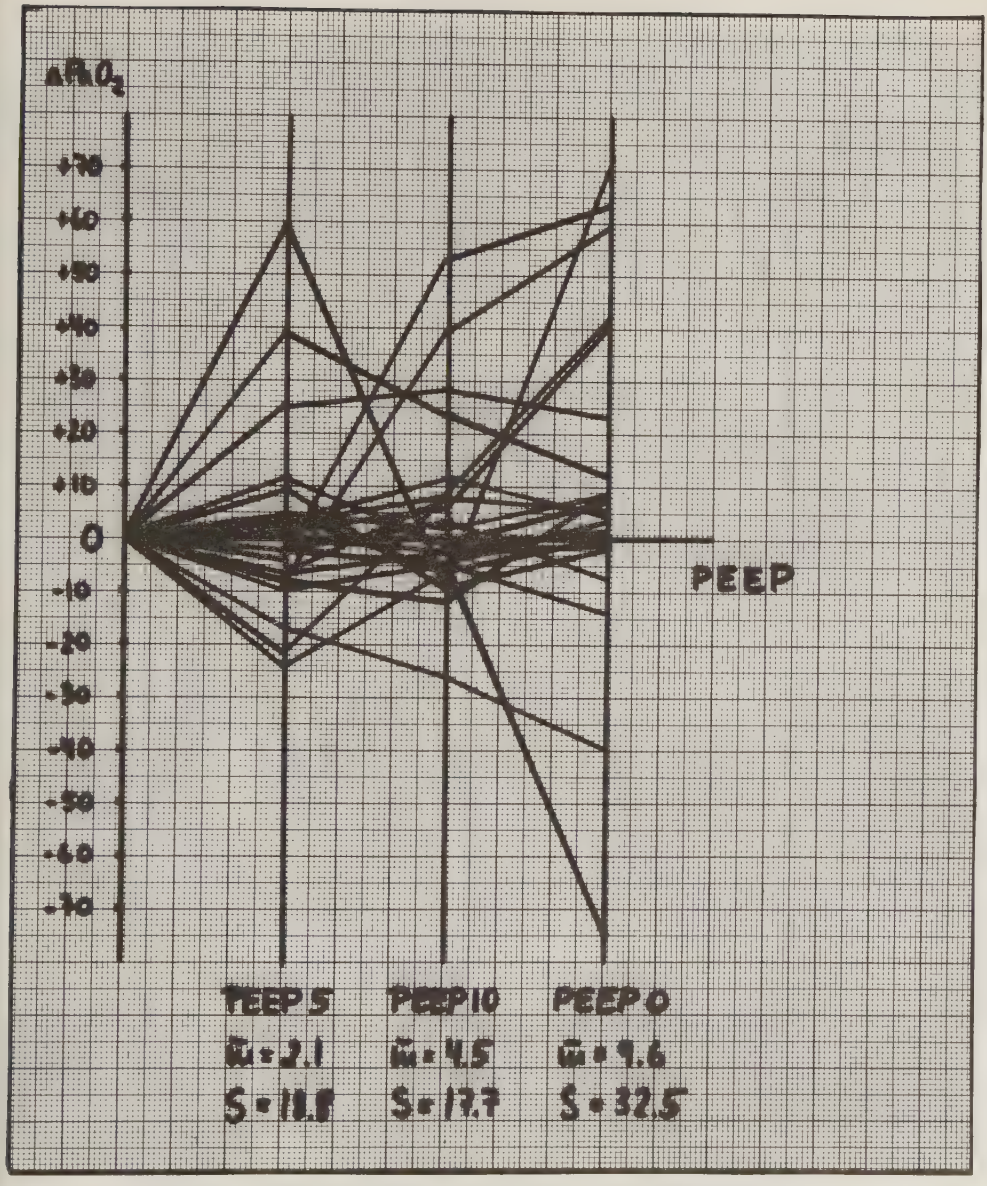

Abb. 9. Änderungen des PaO_2 gegenüber dem Ausgangswert bei 22 Patienten mit einem Alter von 60 Jahren oder jünger.

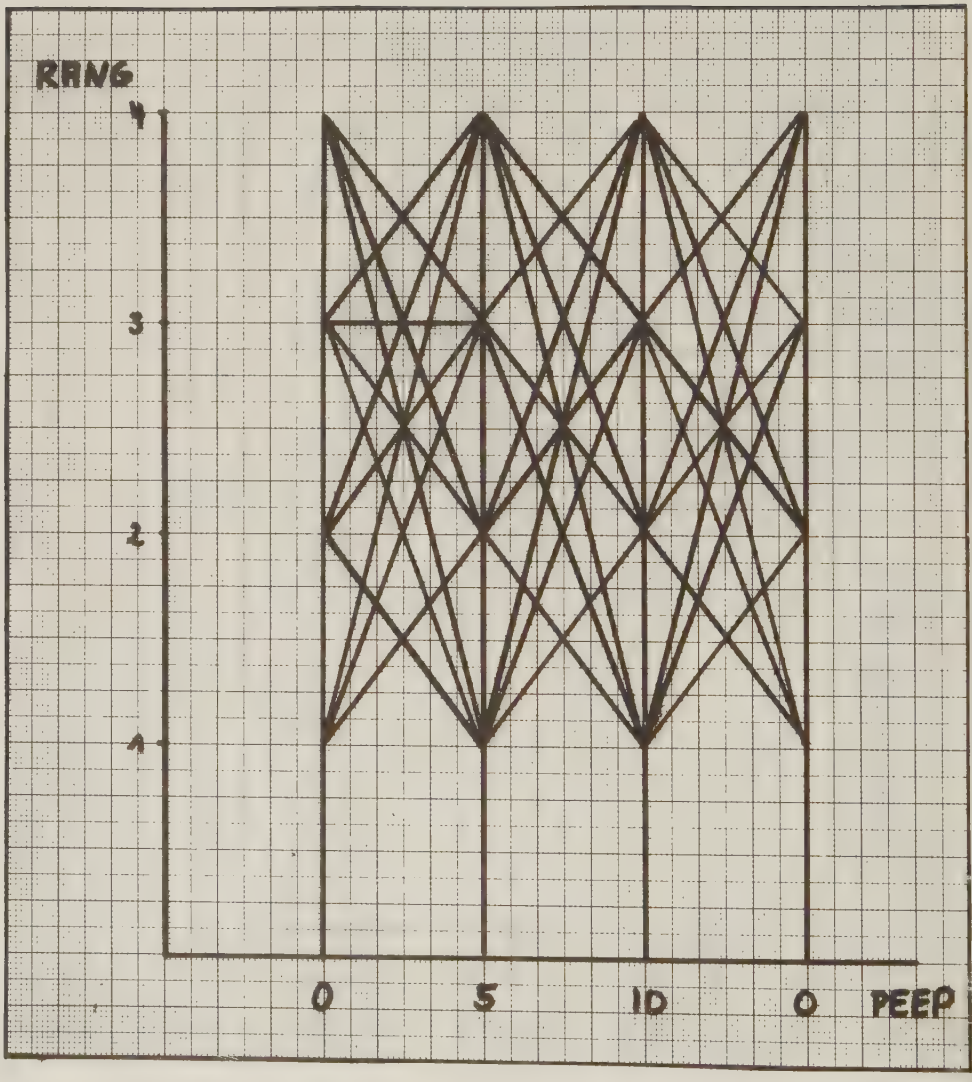

Abb. 10. Das Verhalten des PaO_2 unter PEEP und IPPV bei 22 Patienten die jünger oder gleich 60 Jahre alt sind; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 10

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
2	4	2	3	1
4	1	2	3	4
6	3	4	1	2
7	3	1	2	4
9	2	1	4	3
10	2	1	4	3
11	1	2	4	3
12	3	2	4	1
15	1	2	3	4
18	2	3	1	4
19	2	4	1	3
24	4	3	2	1
25	4	3	2	1
29	1	3	2	4
30	2	1	3	4
32	3	3	2	4
33	4	1	2	3
34	3	4	2	3
36	3	2	1	4
38	1	4	3	2
39	2	1	3	4
42	1	3	4	2

Tabelle 10: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten mit einem Alter jünger oder gleich 60 Jahre.

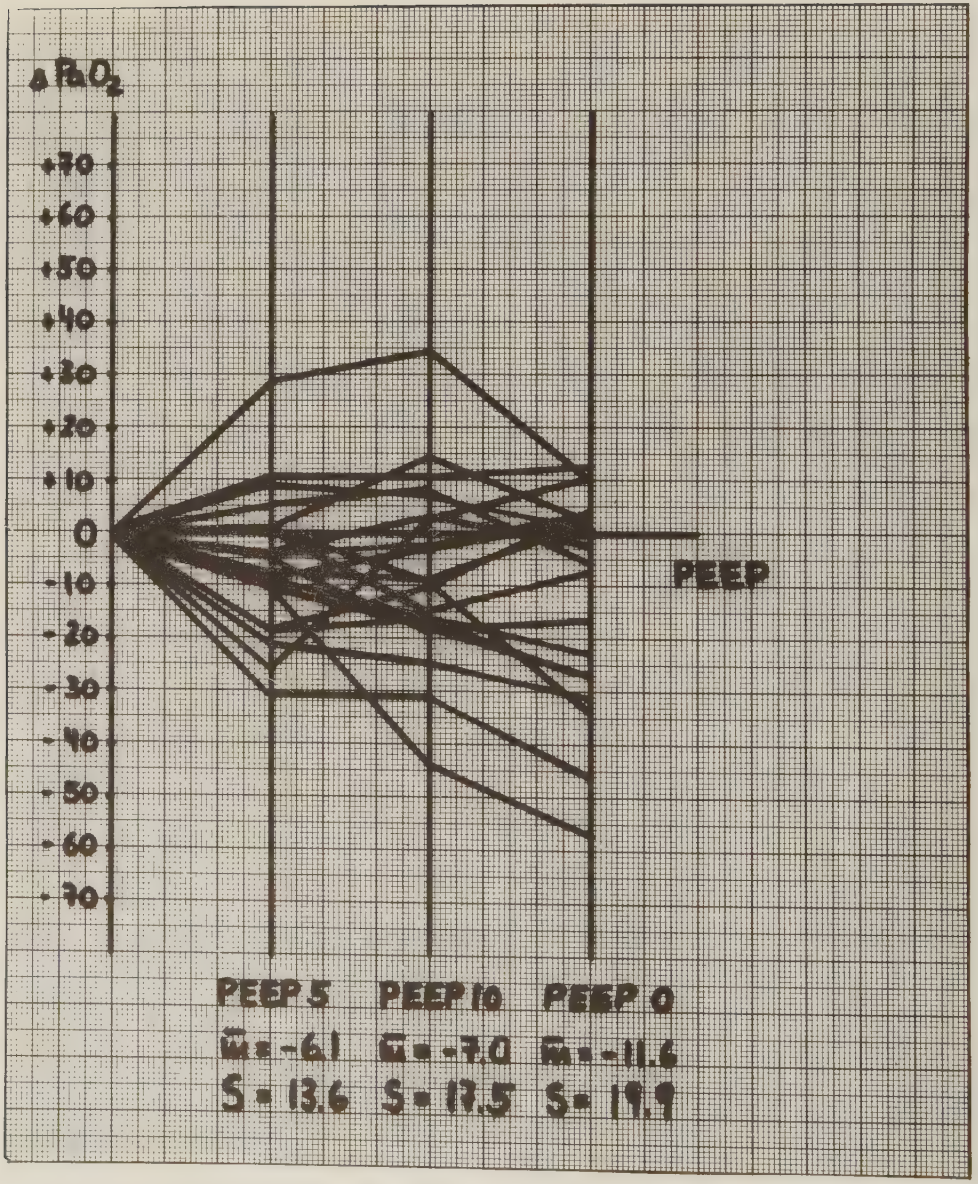

Abb. 11. Änderungen des PaO_2 gegenüber dem Ausgangswert bei 20 Patienten mit einem Lebensalter über 60 Jahre.

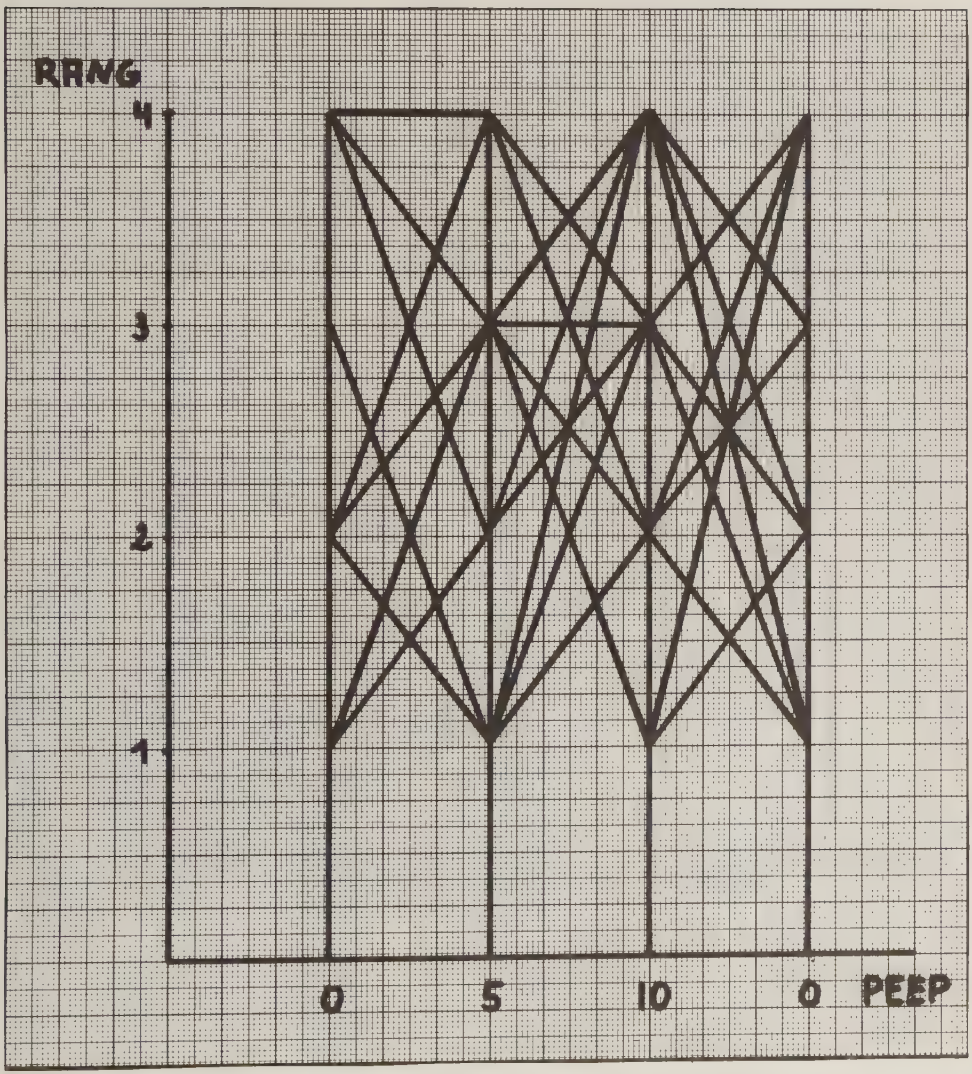

Abb. 12. Das Verhalten des PaO_2 unter PEEP und IPPV bei 20 Patienten, die älter als 60 Jahre alt sind; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 11

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	4	3	1	2
3	4	3	2	1
5	2	3	4	1
8	3	1	4	2
13	4	3	2	1
14	4	3	2	1
16	4	3	3	2
17	1	2	4	3
20	4	3	2	1
21	2	3	1	4
22	3	1	2	4
23	3	1	2	4
26	4	3	2	1
27	2	4	3	2
28	4	2	3	1
31	3	1	2	4
35	4	4	2	3
37	2	1	3	4
40	1	3	4	2
41	2	3	3	4

Tabelle 11: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die älter als 60 Jahre sind.

TABELLE 12

Anzahl der Patienten	Alter	PEEP	PaO_2-Änderungen niedrigster Wert	-	höchster Wert	- m
22	jünger oder gleich 60	5	- 24	-	+ 59	+ 2.1
		10	- 26	-	+ 53	+ 4.5
		0	- 75	-	+ 72	+ 9.6
20	älter als 60	5	- 31	-	+ 28	- 6.1
		10	- 44	-	+ 34	- 7.0
		0	- 57	-	+ 12	- 11.6

Tabelle 12: Schwankungsbreite und mittlere Änderung des PaO_2 unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken; getrennt dargestellt für zwei unterschiedliche Altersgruppen.

Hier zeigt sich zwar bei den Patienten, die 60 Jahre oder jünger sind, im Gegensatz zu den älter als 60 Jahre alten Patienten eine durchweg positive mittlere Abweichung, doch ist hieraus keine positive bzw. negative Einflußnahme des Alters auf den PaO_2 unter PEEP-Beatmung abzuleiten; hohe Standardabweichungen und hohe Differenzen zwischen den niedrigsten und höchsten PaO_2-Werten beweisen nämlich, wie stark individuell verschieden der PaO_2 jedes Patienten auf positiven Endexspirationsdruck reagiert.
Zwar registrierte man bei den jüngeren Patienten vier Fälle mehr, die einen Anstieg bei PEEP 5 und 10 aufwiesen als bei den älteren Patienten, doch zeigten sie auch elfmal einen Abfall des PaO_2 bei PEEP-Beatmung, wodurch ein klar abzugrenzender positiver oder negativer Effekt in der jeweiligen Altersgruppe nicht zu verzeichnen ist.

keiner Änderung des PaO_2; bei PEEP 10 erfolgte gegenüber PEEP 0 siebenmal ein Anstieg und dreizehnmal ein Abfall.
Hinsichtlich der Rangzahlen (s.Abb.12, S.35 u. Tab.11, S.36) stellen sich 5 Patienten mit einem negativen Effekt unter PEEP-Beatmung - ersichtlich in der Rangzahlenfolge 4321 - dar, doch zeigen nur noch weitere 3 Patienten mit der Konstellation 3124 (Abfall bei PEEP 5, Anstieg bei PEEP 10 - unter Ausgangsniveau - und weiterer Anstieg bei IPPB) ein ebenfalls gleichartiges Resultat, während sich alle anderen völlig unterschiedlich verhalten.
Offensichtlich ist also auch in Anbetracht verschiedener Altersgruppen der Effekt von PEEP nicht voraussagbar.

3.2.3 Der PaO_2-Ausgangswert

Nun wäre es vorstellbar, daß die PaO_2-Ausgangssituation die Richtung der Änderung des PaO_2 unter PEEP beeinflußt.

Unterteilt man jedoch die Patienten in zwei Gruppen, so zeigt sich in der ersten Gruppe (s.Abb.13, S.40 u. Tab.15, S.46), zu der 28 Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 über 100 TORR zählen, sechzehnmal ein Abfall des PaO_2 unter PEEP 5, elfmal ein Anstieg und einmal keine Änderung. Bei Erhöhung des positiven Endexspirationsdruckes auf 10 cm H_2O kam es im Vergleich zum Ausgangswert siebzehnmal zu einem Abfall und elfmal zu einem Anstieg, was auch hier die individuelle Schwankungsbreite sehr gut verdeutlicht. Bezüglich der Rangzahlen kam es zwar bei 6 Patienten zur Verlaufsform 4321 und somit zu einem kontinuierlichen Absinken des PaO_2 unter PEEP bis zum Kontrollwert, aber ansonsten boten nur noch je 2 Patienten eine gleichartige Rangzahlenfolge, nämlich erstens 1243 (Anstieg des PaO_2

bei PEEP 5 und 10 und Abfall bei PEEP 0) und zweitens 4231, d.h., höchster Wert des PaO_2 bei der Ausgangsmessung, Abfall bei PEEP 5, Anstieg bei PEEP 10 - unter Ausgangsniveau - und erneut starker Abfall des PaO_2 unter IPPB. Alle weiteren 18 untersuchten Personen verhielten sich vollkommen unterschiedlich (Abb.14, S.41 und Tab.13, S.42).

In der zweiten Gruppe, zu der 14 Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 kleiner oder gleich 100 TORR gehören, zeigt sich ein ebenso stark variierendes Resultat (Abb.15, S.43 und Tab.15, S.46). Bei 8 Patienten kam es zu einem Abfall des PaO_2, bei 5 Patienten zu einem Anstieg und bei einem zeigte sich keine Änderung, während es unter PEEP 10 gegenüber dem Ausgangswert sowohl siebenmal zu einem Abfall als auch siebenmal zu einem Anstieg kam. Die Rangzahlen untermauern dies noch einmal, da es nur jeweils zweimal zu einem gleichartigen PEEP-Effekt auf den PaO_2 kam: (3124 (Abfall des PaO_2 bei PEEP 5, Anstieg bei PEEP 10 - unter Ausgangsniveau - und weiterer Anstieg bei PEEP 0) und 2134 (- gleichbedeutend - mit einem Abfall des PaO_2 bei PEEP 5 und anschließendem Anstieg bei PEEP 10 und unter IPPB)) (Abb.16, S.44 u. Tab.14, S.45).

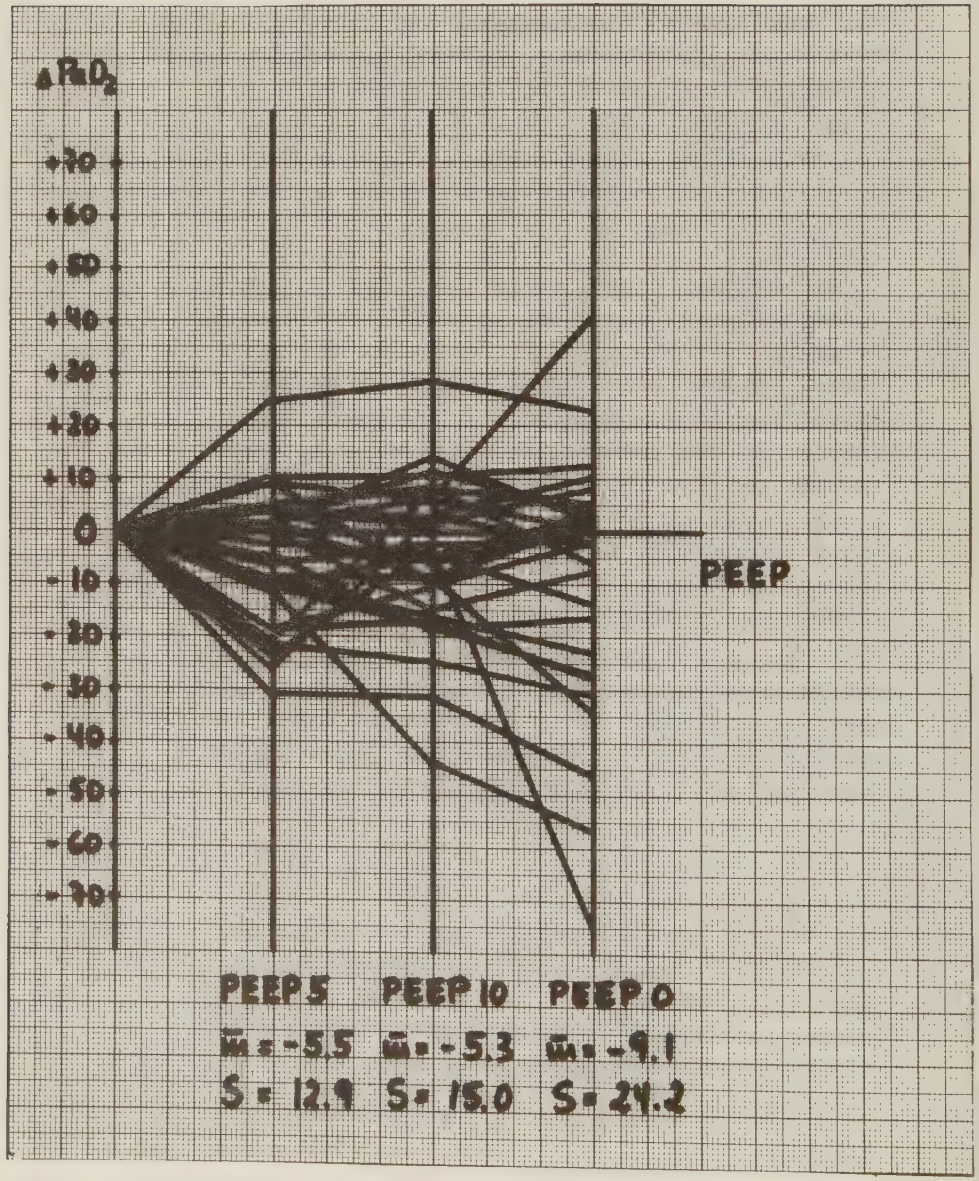

Abb. 13 Änderungen des PaO_2 unter PEEP und IPPV gegenüber dem Ausgangswert, der bei diesen hier aufgezeigten 28 Patienten über 100 TORR betrug.

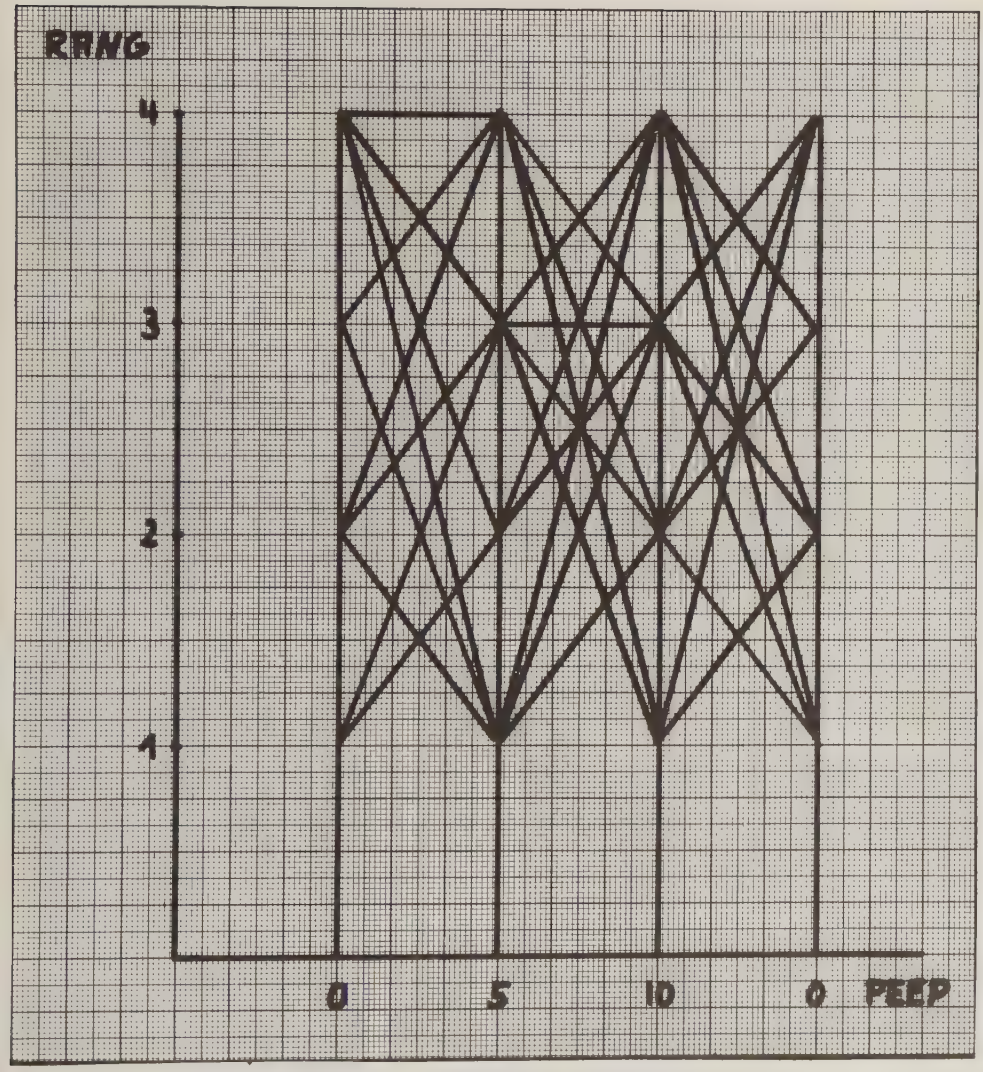

Abb. 14 Das Verhalten des PaO_2 von 28 Patienten, die mit PEEP und IPPV beatmet wurden und deren PaO_2 -Ausgangswert über 100 TORR lag; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 13

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	4	3	1	2
2	4	2	3	1
3	4	3	2	1
4	1	2	3	4
5	2	3	4	1
6	3	4	1	2
7	3	1	2	4
8	3	1	4	2
10	2	1	4	3
11	1	2	4	3
13	4	3	2	1
14	4	3	2	1
16	4	3	3	2
17	1	2	4	3
20	4	3	2	1
21	2	3	1	4
24	4	3	2	1
26	4	3	2	1
27	2	4	3	2
28	4	2	3	1
29	1	3	2	4
31	3	1	2	4
33	4	1	2	3
34	3	4	2	3
35	4	4	2	3
37	2	1	3	4
41	2	3	3	4
42	1	3	4	2

Tabelle 13: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die einen Ausgangs-PaO_2 über 100 TORR hatten.

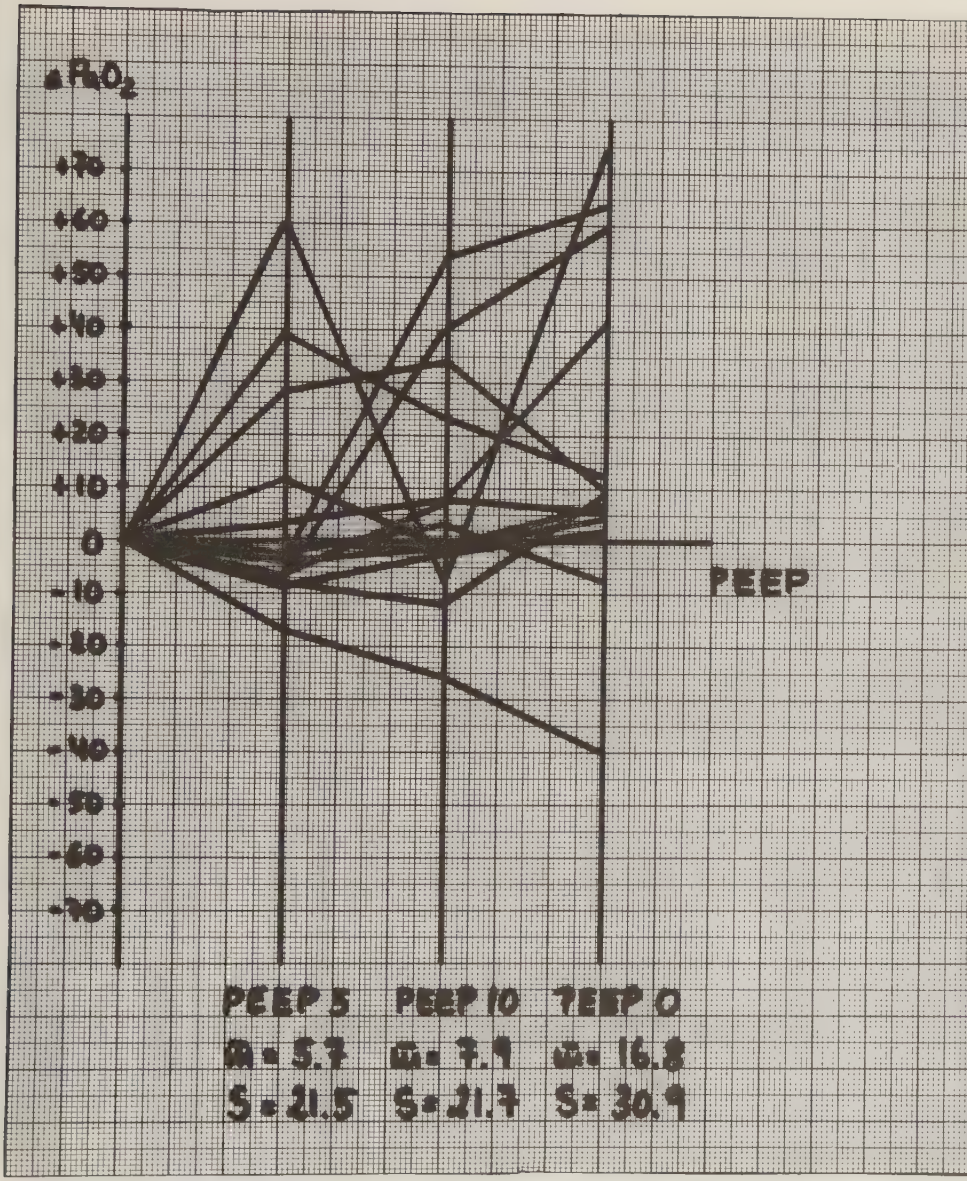

Abb. 15 Änderungen des PaO_2 unter PEEP und IPPV gegenüber dem Ausgangswert, der bei diesen hier aufgezeigten 14 Patienten kleiner oder gleich 100 TORR war.

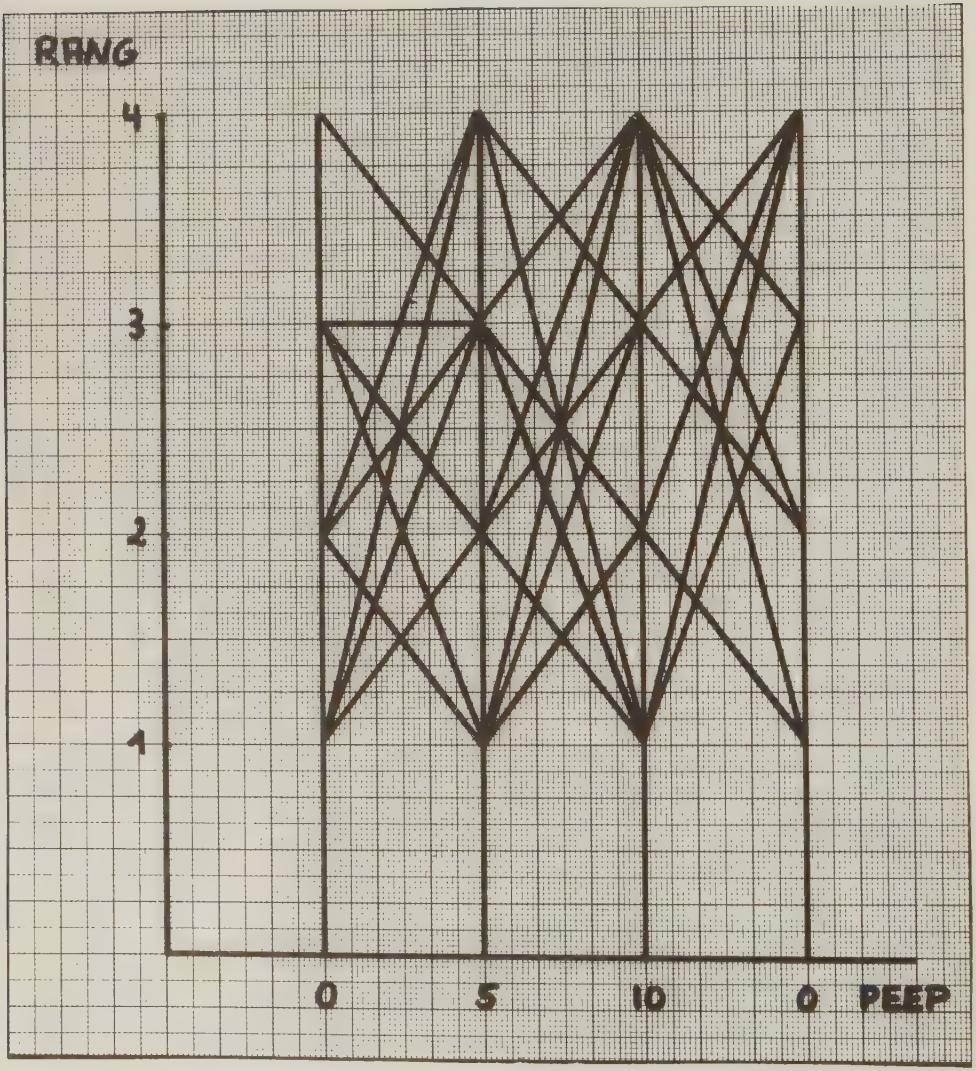

Abb. 16 Das Verhalten des PaO_2 von 14 Patienten, die mit PEEP und IPPV beatmet wurden und einen Ausgangs-PaO_2 kleiner oder gleich 100 TORR hatten; dargestellt mit Rangzahlen.

TABELLE 14

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
9	2	1	4	3
12	3	2	4	1
15	1	2	3	4
18	2	3	1	4
19	2	4	1	3
22	3	1	2	4
23	3	1	2	4
25	4	3	2	1
30	2	1	3	4
32	3	3	2	4
36	3	2	1	4
38	1	4	3	2
39	2	1	3	4
40	1	3	4	2

Tabelle 14: Darstellung der Rangzahlen für alle Patienten, die einen Ausgangs-PaO_2 kleiner oder gleich 100 TORR hatten.

TABELLE 15

Anzahl der Patienten	PaO_2-Ausgangswert	PEEP	PaO_2-Änderungen niedrigster Wert	-	höchster Wert	- m
14	kleiner oder gleich 100	5	- 17	-	+ 59	+ 5.7
		10	- 26	-	+ 53	+ 7.9
		0	- 40	-	+ 72	+ 16.8
28	größer als 100	5	- 31	-	+ 25	- 5.5
		10	- 44	-	+ 28	- 5.3
		0	- 75	-	+ 40	- 9.1

Tabelle 15: Schwankungsbreite und mittlere Änderung des PaO_2 unter den verschiedenen PEEP-Beatmungsdrucken; getrennt dargestellt für zwei unterschiedliche PaO_2-Ausgangssituationen.

In der Gruppe der Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 kleiner oder gleich 100 TORR scheinen zwar mehr Anstiege zu verzeichnen zu sein als bei den Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 unter 100 TORR, doch zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß nur bei drei Patienten der höchste PaO_2-Wert unter PEEP 10 erzielt wurde; acht Patienten hingegen hatten den höchsten PaO_2-Wert beim Kontrollwert unter PEEP 0, d.h. also, unter IPPV.

Bei den Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 über 100 TORR zeigt sich in sieben Fällen der höchste PaO_2-Wert beim Kontrollwert, in sechs Fällen bei PEEP 10.
Dies ergibt in beiden Gruppen ein Erreichen des höchsten PaO_2 bei PEEP 10 in 21 % der Fälle.

Weiterhin kann der höchste PaO_2-Wert unter IPPV am Ende der Untersuchung nicht als positiver Effekt der PEEP-Beatmung erklärt werden, da es z.B. in der Gruppe mit einem PaO_2-Ausgangswert unter 100 TORR in den acht Fällen, die den höchsten PaO_2-Wert unter PEEP 0 zeigten, nur einmal zu einem kontinuierlichen Anstieg des PaO_2 unter PEEP-Beatmung kam; in den anderen Fällen zeigte sich ein individuell stark unterschiedliches Verhalten unter PEEP, bzw. in drei Fällen sogar ein vorhergehendes Absinken des PaO_2 bei PEEP 5 und 10 mit den höchsten Werten unter PEEP 0, nämlich beim Ausgangswert und beim Kontrollwert.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Gruppe der Patienten mit einem Ausgangs-PaO_2 über 100 TORR.

3.3 Gesamtüberblick über das Verhalten des Blutdruckes und der Herzfrequenz unter PEEP-Beatmung

Schließlich war zu klären, ob Beeinflussungen des Kreislaufs durch PEEP für das unterschiedliche Verhalten des PaO_2 in Frage kommen.

Betrachtet man in der Tabelle 16 und den Abbildungen 17 u. 18 (Seite 49-51) dargestellten systolischen Blutdruckwerte, so zeigt sich auch hier kein einheitliches Bild.

Während es bei PEEP 5 bei 22 Patienten zu einem Anstieg des Druckes kam, fiel er bei 13 Patienten ab und 7 zeigten keine Änderung. Bei PEEP 10 überwiegt der Abfall des systolischen Druckes etwas stärker. Gegenüber PEEP 0 kam es bei 17 Patienten zu einem Absinken, bei 16 zu einem Anstieg und bei 9 Patienten zu keiner Änderung. Obwohl die Schwankungen des Blutdruckes im Mittel geringfügig erscheinen (Abb. B, Seite 50), zeigen die hohen Standardabweichungen an, wie groß doch teilweise die Unterschiede sind. So sind Erhöhungen des systolischen Druckes bis zu 30 % ebenso anzutreffen wie ein Absinken bis zu 40 %, wobei diese starken Blutdruckänderungen jedoch als Außenseiter anzusehen sind.

Vergleicht man nämlich ferner von den Patienten, die einen Abfall des Blutdruckes bei PEEP 5 oder 10 zeigten, die PaO_2-Änderungen, so kann man keine gesicherte Korrelation feststellen, da von den 13 Patienten mit einem Blutdruckabfall bei PEEP 5, fünf einen PaO_2-Anstieg und acht einen Abfall zeigten. Bei PEEP 10 ergibt sich ein ähnliches Bild. Bei 10 der 17 Patienten mit einem Abfall

des systolischen Blutdruckes kam es ebenfalls zu einem Absinken des PaO_2; bei 7 Patienten jedoch zu einem Anstieg.

Als weiterer kreislaufregulatorischer Faktor wird in der Tabelle 17, S.52 und in der Abb.19, S.53 die Herzfrequenz unter Einfluß von PEEP-Beatmung dargestellt.

Während es bei PEEP 5 bei 20 Patienten zu einem Anstieg kam, fiel die Herzfrequenz bei 21 Patienten ab und bei einem Patienten zeigte sich keine Änderung. Ähnlich sind die Herzfrequenzänderungen unter PEEP 10: bezogen auf PEEP 0 war hier achtzehnmal ein Anstieg und vierundzwanzigmal ein Abfall zu verzeichnen.

Versucht man bei den 21 Patienten, bei denen es unter PEEP 5 zu einem Herzfrequenzabfall gekommen war, eine Beziehung zwischen gleichartigen Veränderungen des PaO_2 und der Herzfrequenz herzustellen, so ist kein signifikantes Ergebnis zu erkennen. Bei 11 dieser Patienten war es ebenfalls zu einem Abfall des PaO_2 gekommen, bei 10 Patienten zu einem Anstieg. Bei den 24 Patienten, die unter PEEP 10 mit der Herzfrequenz abfielen, kam es ebenfalls zu keiner Korrelation mit den PaO_2-Veränderungen; so war bei 12 der 24 Patienten ein PaO_2-Abfall, bei den anderen 12 ein PaO_2-Anstieg zu verzeichnen.

TABELLE 16

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	140	140	110	140
2	110	120	120	120
3	100	110	160	160
4	160	160	140	130
5	120	150	170	190
6	140	140	140	150
7	120	130	130	140
8	170	160	170	170
9	130	130	160	140
10	140	80	90	90
11	100	90	90	100
12	110	140	120	140
13	150	130	120	190
14	130	140	120	140
15	140	125	120	130
16	140	85	100	90
17	140	145	150	140
18	110	110	120	120
19	135	150	140	150
20	160	110	100	100
21	150	140	130	160
22	190	210	140	130
23	100	125	120	150
24	90	110	100	110
25	110	100	100	110
26	170	140	140	150
27	105	110	120	120
28	150	160	170	160
29	110	100	110	100
30	90	120	110	150
31	100	130	130	130
32	120	125	120	130
33	100	105	100	130
34	120	130	110	130
35	90	100	90	100

Teil I

TABELLE 16

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
36	130	140	130	130
37	140	140	140	140
38	130	130	130	130
39	140	130	120	120
40	120	130	130	110
41	150	160	140	120
42	120	100	110	120

Tabelle 16: Der systolische Blutdruck (mmHg) unter PEEP-Beatmung Teil II

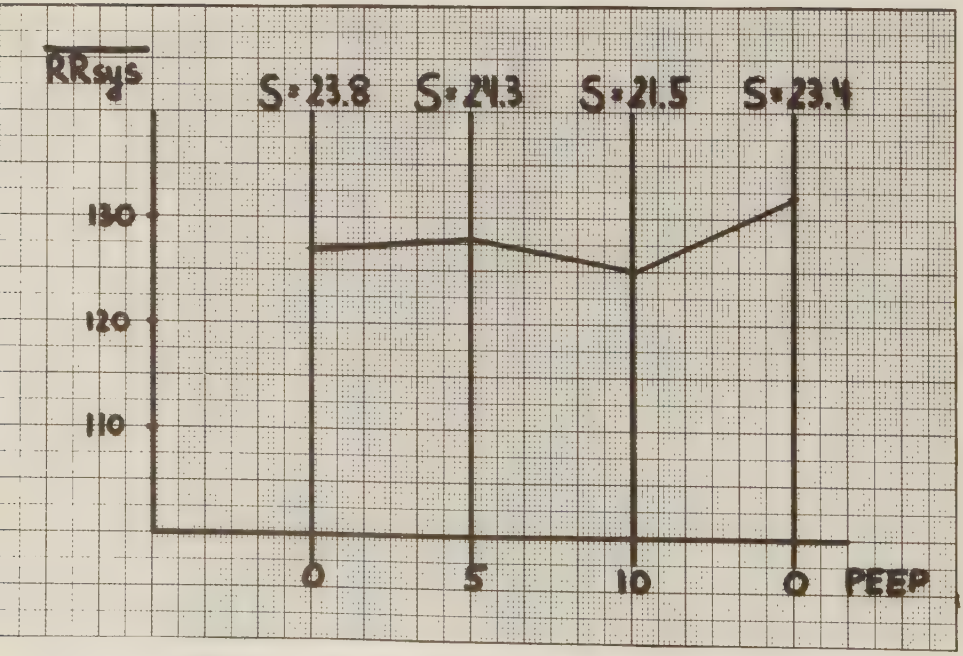

Abb. 17: Die Mittelwertskurve und die Standardabweichungen des systolischen Blutdruckes unter PEEP-Beatmung.

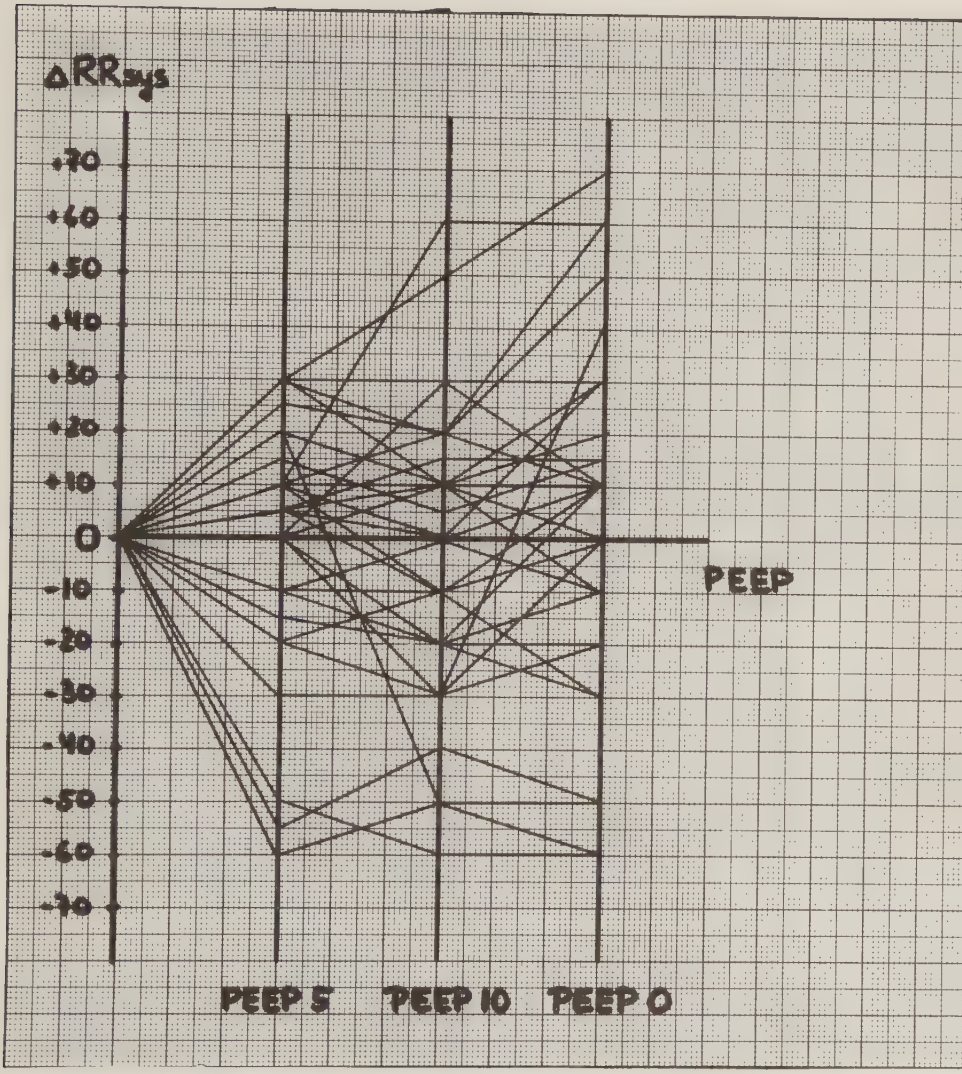

Abb. 18: Die Änderungen des systolischen Blutdruckes bei PEEP 5 und 10 und unter IPPV bezogen auf den Ausgangswert.

TABELLE 17

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
1	72	68	66	64
2	103	76	91	85
3	78	65	68	75
4	78	79	67	70
5	71	91	83	84
6	83	122	105	117
7	73	75	68	66
8	104	96	95	95
9	82	88	73	69
10	105	90	72	70
11	82	80	80	68
12	62	95	89	89
13	81	62	68	84
14	61	73	72	70
15	104	100	93	100
16	85	90	90	84
17	78	73	75	75
18	86	82	80	68
19	71	75	74	80
20	91	104	100	95
21	60	56	56	61
22	120	120	105	100
23	100	120	130	130
24	58	71	71	67
25	96	122	110	89
26	90	80	79	81
27	60	62	69	61
28	89	86	85	85
29	64	68	70	60
30	110	109	98	90
31	70	104	115	112
32	94	102	97	98

Teil I

TABELLE 17

Lfd.Nr.	PEEP 0	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 0
33	60	58	54	59
34	73	80	81	76
35	80	65	62	60
36	86	90	107	95
37	89	91	80	75
38	77	75	76	72
39	85	83	87	82
40	110	86	75	83
41	121	109	110	100
42	99	80	78	97

Teil II

Tabelle 17: Die Herzfrequenz unter PEEP-Beatmung.

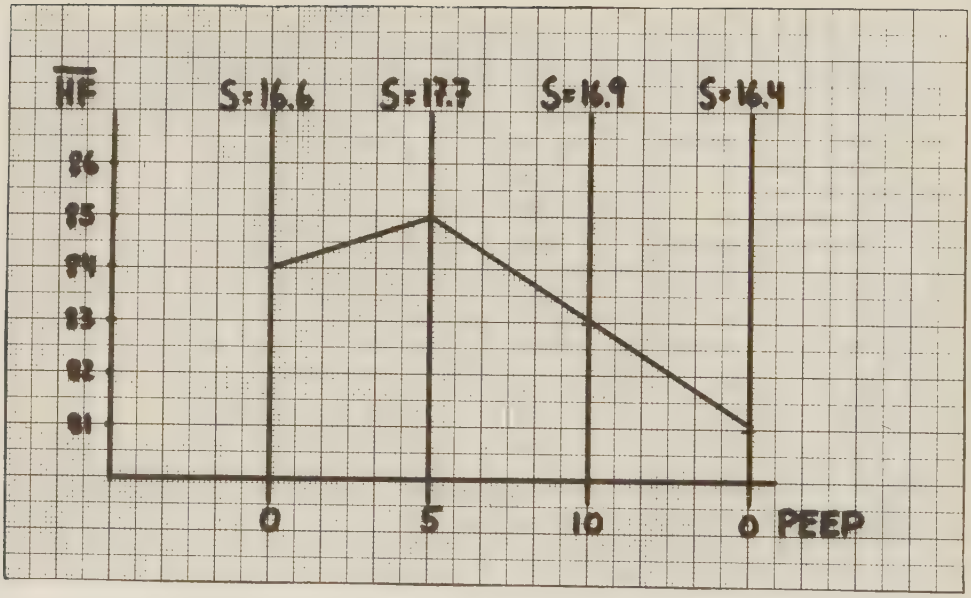

Abb. 19: Die Mittelwertskurve und die Standardabweichungen der Herzfrequenz unter PEEP-Beatmung.

4. DISKUSSION

Die Erhöhung des endexpiratorischen Druckniveaus gilt insbesondere seit den Untersuchungen von Mc Intyre (27), Ashbaugh (2), und Kumar (21) als ein geeignetes Mittel, den arteriellen Sauerstoffpartialdruck bei beatmeten Patienten zu erhöhen, die alveolar-arterielle Sauerstoffdruckdifferenz zu senken und, bei akzeptablen arteriellen Sauerstoffpartialdruckwerten, die inspiratorische Sauerstoffkonzentration vergleichsweise niedrig zu halten.

Vergleicht man dazu die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, die bei 42 lungengesunden Patienten unter Narkosebeatmungsbedingungen durchgeführt wurde, so muß festgestellt werden, daß die Erhöhung des endexpiratorischen Druckes keineswegs regelmäßig zu einer Anhebung des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes führt; vielmehr sind teilweise sogar ausgeprägte Abfälle des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes eingetreten.

Zu berücksichtigen ist allerdings, daß die bisher mitgeteilten Ergebnisse in der Literatur praktisch ausschließlich auf Untersuchungen bei Patienten mit einer beatmungsbedürftigen Einschränkung der Lungenfunktion beruhen, d.h. bei Patienten gewonnen wurden, die an einem „respiratory distress syndrome" litten mit bereits deutlich erniedrigten arteriellen Sauerstoffpartialdrucken, einer erniedrigten funktionellen Residualkapazität und einer erhöhten alveolar-arteriellen Sauerstoffdruckdifferenz.

Die eigenen Ergebnisse fußen hingegen auf Untersuchungen bei primär Lungengesunden. Dies könnte heißen, daß dem Ausgangswert des arteriellen Sauerstoffteildruckes bzw. der Ausgangs-FRC eine entscheidende Bedeutung für den Einfluß erhöhter endexpiratorischer Drucke auf die Oxygenierung zukäme.

In diese Richtung weisen auch Untersuchungen von Wyche und Mitarbeitern (46); sie fanden eine Anhebung des PaO_2 überwiegend nur bei Patienten, bei denen der Ausgangswert des Sauerstoffpartialdruckes im arteriellen Blut unter 100 Torr betrug. Allerdings handelte es sich auch hier um Patienten mit einem RDS, die aus vitaler Indikation beatmet wurden.

Die eigenen Untersuchungen bieten aber auch hier ein anderes Bild. Sowohl bei Patienten mit Ausgangswerten des arteriellen Sauerstoffdruckes unter 100 Torr wie bei Patienten mit PaO_2-Werten von mehr als 100 Torr war das Verhalten des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes nach Applikation eines erhöhten endexpiratorischen Drucks unterschiedlichen Ausmaßes uneinheitlich und nicht vorherzusagen. Beachtenswert ist darüber hinaus, daß hier bei immerhin 21 von insgesamt 42 Patienten der Rückgang von PEEP-Beatmung auf IPPB, also Beatmung mit endexpiratorisch atmosphärischem Druck zu einem Anstieg des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes führte.

Hier stellt sich die Frage, inwieweit ein positiv endexpiratorischer Druck möglicherweise über eine negative Beeinflussung des Kreislaufs Einfluß auf den Gasaustausch gewinnt. Eine Abnahme des Herzminutenvolumens unter erhöhtem endexpiratorischen Druck durch Behinderung des venösen Rückstromes mit nachfolgendem Abfall des PaO_2 ist vielfach beschrieben worden (4,10,12,24,40). Allerdings lassen die bei den eigenen Patienten gemessenen Werte für Blutdruck und Herzfrequenz eine massive Beeinträchtigung des Herzminutenvolumens durch die applizierten positiv endexpiratorischen Drucke als wenig wahrscheinlich erscheinen.

Eine Erklärung für die unter PEEP beobachteten PaO_2-Abfälle könnte hingegen die von Laver (23) postulierte Erweiterung

der perialveolären Gefäße bieten, die über eine ungünstige Umverteilung des Blutstromes im pulmonalen Strombett zu einer erhöhten Shuntblutmenge führt und damit die beobachteten PaO_2-Abfälle bewirken könnte.

Letztlich wird es aber im Einzelfall schwierig bis unmöglich bleiben, die Reaktionsweise des großen und kleinen Kreislaufs auf PEEP-Beatmung vorherzusagen, da die gegenseitigen Abhängigkeiten multifaktoriell und mit erheblicher individueller Varianz bestimmt sind (30).

Das heißt aber, daß der tatsächliche Effekt positiv endexpiratorischer Drucke auf die Oxygenierung nur verifiziert werden kann, wenn nach jeder Änderung des Druckniveaus der arterielle Sauerstoffpartialdruck auch gemessen wird.

Konsequenzen aus dieser Auffassung haben Suter und Mitarbeiter (38) bereits 1974 gezogen, als sie den Begriff des „Best-PEEP" des optimal endexpiratorischen Druckniveaus prägten: Solange unter stiegndem PEEP ein Anstieg der Compliance resultierte, kam es zu einem Anstieg des AaO_2. War unter weiterer PEEP-Erhöhung keine Verbesserung der Compliance oder sogar eine Abnahme zu verzeichnen, wurde regelmäßig ein Abfall des PaO_2 beobachtet. Allerdings handelte es sich bei Suter s Patienten ebenfalls um Kranke mit beatmungsbedürftiger Lungenfunktionsstörung.

Inwieweit es einen in diesem Sinne „optimalen PEEP" auch bei lungengesunden Patienten unter Narkosebeatmung gibt, läßt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht beantworten. So zeigte sich immerhin schon bei Anwendung eines PEEP von 5 cm H_2O im Vergleich zu IPPB bei 24 Patienten ein Abfall des PaO_2, und nur bei 16 Patienten war ein Anstieg zu beobachten. Dem steht jedoch gegenüber, daß von diesen 24 Patienten auf die weitere Erhöhung von PEEP 5 auf PEEP 10 immerhin 14 mit einem Anstieg des

arteriellen Sauerstoffpartialdruckes reagierten und nur 9 einen weiteren Abfall aufwiesen, insgesamt also ein ähnlich uneinheitliches Verhalten zeigten, wie Patton und Mitarbeiter (29) es bei ihren Patienten unter Narkosebeatmungsbedingungen gefunden hatten.

Auch eine getrennte Analyse der Daten hinsichtlich des durchgeführten Narkoseverfahrens ergab keinen Hinweis auf ein gerichtetes Verhalten des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes unter den verschiedenen endexpiratorischen Druckniveaus.

Zwar fand sich unter den Narkoseverfahren mit Zusatz von Halothan bzw. Enfluorane häufiger ein Anstieg des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes unter erhöhtem positiv endexpiratorischen Druck als bei der reinen Neurolept-Analgesie; ebenfalls die Mittelwerte lassen auf den ersten Blick hin einen solchen gerichteten Einfluß vermuten, statistisch ließ sich jedoch ein Unterschied zwischen diesen Verfahren nicht sichern.

Dabei spielte es keine Rolle, welcher Altersgruppe die einzelnen Patienten zuzuordnen waren. Sowohl Patienten über 60 Jahre wie jüngere Patienten reagierten individuell und in der Richtung unvoraussagbar auf die Erhöhung des endexpiratorischen Druckes. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen lag im primär niedrigeren Ausgangswert für den arteriellen Sauerstoffpartialdruck bei den älteren Patienten, was aber schon physiologischerweise zu erwarten war.

Somit können aufgrund der vorgelegten Ergebnisse und der diskutierten Befunde der Literatur die eingangs gestellten Fragen wie folgt beantwortet werden:

1. Durch Anwendung erhöhter endexpiratorischer Drucke während der Narkosebeatmung läßt sich der unter Anästhesiebedingungen beobachtete Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes nicht sicher verhindern.

2. Zumindest bei lungengesunden Patienten lassen sich keine einfachen Kriterien herausfinden, die ein bestimmtes endexpiratorisches Druckniveau als besonders geeignet für eine Verbesserung der Oxygenierung im Sinne des „Best-PEEP" signalisieren könnten.

3. Bei Anwendung von endexpiratorischen Drucken während der Narkosebeatmung muß der arterielle Sauerstoffpartialdruck bestimmt werden, um im Einzelfall den Effekt der PEEP-Beatmung auf die Oxygenierung beurteilen zu können und um unter Umständen gefährliche PEEP-induzierte Hypoxien erkennen und vermeiden zu können.

4. PEEP-bedingte unerwünschte Nebenwirkungen auf das Kreislaufsystem sind prinzipiell möglich, waren aber bei endexpiratorischen Druckniveaus in der Größenordnung bis zu 10 cm H_2O klinisch nicht relevant.

5. Weder Art des Narkoseverfahrens noch Alter des Patienten bzw. die PaO_2-Ausgangslage zeigten einen systematischen und damit vorhersagbaren Einfluß auf die Richtung der Änderung des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes unter verschiedenen endexpiratorischen Druckniveaus.

Damit muß bei Anwendung von positiv endexpiratorischen Drucken während der Narkosebeatmung die Forderung gestellt

werden, grundsätzlich den Effekt einer derartigen PEEP-Beatmung auf die Oxygenierung durch blutgasanalytische Untersuchungen zu kontrollieren, da nahezu gleich verteilt sowohl Anstiege wie auch Abfälle des arteriellen Sauerstoffdruckes auftreten können, wobei im Einzelfall die Richtung der Änderung in keiner Weise vorhersehbar ist.

5. ZUSAMMENFASSUNG

An 42 lungengesunden Patienten wurde untersucht, welchen Einfluß PEEP während der Narkose bei allgemein chirurgischen Eingriffen auf den PaO_2 ausübt.

Ferner galt es darzustellen, ob das Narkoseverfahren, das Alter des Patienten bzw. dessen PaO_2-Ausgangslage den PEEP-Effekt beeinflussen und somit dessen Wirkung auf die Oxygenierung möglicherweise verstärken oder abschwächen können.

Zu diesem Zweck wurde nach 20 Min. Beatmung mit IPPB und Erreichen des steady-state eine Blutgasanalyse als Kontrollwert entnommen und anschließend jeweils für weitere 20 Min. mit PEEP 5, PEEP 10 und erneut IPPB beatmet. Nach jedem Wechsel des Beatmungsdruckes wurden weitere Blutgasanalysen durchgeführt, um fortlaufend Hinweise über die jeweilige Oxygenierung des arteriellen Blutes zu erhalten.

Zur Kreislaufüberprüfung wurde alle 10 Min. der Blutdruck (nach R.R.) und die Herzfrequenz (auszählen über 1 Min. und Kontrolle durch Monitor-EKG) gemessen.

Es zeigte sich, daß:

1. jeder Patient individuell verschieden auf PEEP-Beatmung reagierte,
2. eine Einflußnahme durch das Narkoseverfahren, das Alter des Patienten bzw. dessen PaO_2-Ausgangssituation auf die Oxygenierung des Blutes unter positivem Endexpirationsdruck nicht belegt werden konnte,
3. PEEP in Größenordnungen bis 10 cm H_2O in der Untersuchung keinen relevanten Einfluß auf den Kreislauf aufwies.

Für die praktische Anwendung von PEEP während der Narkosebeatmung ergibt sich daraus, daß mit der Applikation positiver endexpiratorischer Drucke nicht von vornherein

mit einer verbesserten Oxygenierung gerechnet werden kann, sondern daß eine solche Maßnahme regelmäßig durch Kontrolle des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes überprüft werden muß, um unter Umständen gefährliche, in keiner Weise vorhersehbare Hypoxien zu vermeiden.

6. LITERATURÜBERSICHT

1. AALTO-SETAELAE, M.; HEINONEN, J.; SALORINNE, Y.: Cardiorespiratory function during thoracic anaestesia; a comparison of two-lung ventilation and one-lung ventilation with and without PEEP 5. Acta Anaesthesiol Scand. 19, 287 (1975).
2. ASHBAUGH, D.G.; PETTY, T.L.; BIGELOW, D.B.: Continous positive pressure breathing (CPPB) in adult respiratory distress syndrome. J. thorac. cardiovasc. Surg. 57, 31 (1969).
3. ASHBAUGH, D.G.: Effect of ventilatory methods and patterns on physiologic shunt. Surg. 68, 99 (1970).
4. ASHBAUGH, D.G.; PETTY, T.L.: Positive endexpiratory pressure. J. thorac. cardiovasc. Surg. 65, 165 (1973).
5. BARACH, A.L.; MARTIN, I.; ECKMANN, M.: Positive pressure respiration and its application on the treatment of acute pulmonary edema. Ann. intern. Med. 12, 754 (1938).
6. BEADLE, R.E.; ROBINSON, N.E.; SORENSON, P.R.: Cardiopulmonary effects of positive endexpiratory pressure in Anesthetized horses. Am. J. vet. Res. 36, 1435 (1975).
7. BENDIXEN, H.H.; HEDLEY-WHYTE, I.; CHIR, B.; LAVER, M.B.: Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. A concept of atelectasis. New Engl. J. Med. 269, 991 (1963).
8. BRUNDIN, T.; HEDENSTIERNA, G.; MC CARTHY, G.: Effect of intermittent positive pressure ventilation on cardiac systolic time intervals. Acta Anaesthesiol. Scand. 20, 278 (1976).
9. CHENEY, F.W.: The effects of Expiratory resistance on the blood gas tension. Anaesthesiology 28, 670 (1967).
10. CHENEY, F.W.; MARTIN, W.E.: Effects of continous positive pressure ventilation on gas exchange in acute pulmonary edema. J. appl. Physiol. 30, 378 (1971).
11. CONWAY, C.M.; PAYNE, I.P.: Hypoxaemia associated with anaestesia and controlled respiration. Lancet 1964 I, 12.
12. COURNARD, A.: Physiologic studies of the effects of intermittent positive pressure ventilation. Am. J. Physiol. 152, 162 (1948).

13. EGBERT, L.D.; LAVER, M.B.; BENDIXEN, H H.: Intermittent deep breaths and compliance during anesthesia in man. Anesthesiology 24, 57 (1963).

14. FRUMIN, M.I.; BERGMANN, N.A.; HOLADAY, D.A.; RACKOW, M.; SALANITRE, E.: Alveolar-arterial O_2-differences during artificial respiration in man. J. appl.Physiol. 14, 694 (1959).

15. GOLD, M.I.; HAN, Y.N.; HELRICH, M.: Pulmonary mechanics during anesthesia. Influence of IPPB and relation to blood gases. Anesth. Analg. Curr. Res. 45, 631 (1966).

16. GREGORY, G.A.; KITTERMAN, I.A.; PHIBBS, R.H.; TOOLEY, W.H.; HAMILTON, W.K.: Treatment of the idiopathic respiratory distress syndrome with continous positive airway pressure. New Engl. J.Med. 284, 1333 (1971).

17. HAERINGEN VAN, J.R.; BLOKZIJL, E.J.; DIJL VAN, W.; HILVERING, C.; SLUITER, H.J.: Erfahrungen mit endexpiratorischem positivem Druck bei ARDAS. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

18. HALL, L.W.; TRIM, C.M.: Positive endexpiratory pressure in anaesthetized spontaneously brathing horses. Br. J. Anaesth. 47, 819 (1975).

19. HEDENSTIERNA, G.; MC CARTHY, G.: The effect of anaesthesia and intermittent positive pressure ventilation with different frequencies on the anatomical and alveolar deadspace. Br. J. Anaesth. 47, 847 (1975).

20. HEDENSTIERNA, G.; SANTESSON, J.: Breathing mechanics, dead space and gas exchange in the extremely obese, brathing spontaneously and during anaesthesia with intermittent positive pressure ventilation. Acta Anaesthesiol. Scand. 20, 248 (1976).

21. KUMAR, A.; FALKE, K.I.; GREFFIN, B.; ALRIDGE, C.F.; LAVER, M.B.; LOWENSTEIN, E.; PONTOPPIDAN, H.: Continous positive-pressure ventilation in acute respiratory failure. Effects on hemodynamics and lung function. New Engl. J. Med. 283, 1430 (1970).

22. LARSON, C.P.: Pulmonary compliance in anaestezized man. Anesthesiology 26, 708 (1965).

23. LAVER, M.: Störungen der Lungendurchblutung und des Ventilations-Perfusionsverhältnisses unter spezieller Berücksichtigung von Herzpatienten. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

24. LENFANT, C.: Cardiovascular adjustments in dogs. J. Appl. Physiol. 15, 425 (1965).

25. LYAGER, S.: Die Beeinflussung einzelner Parameter der Lungenfunktion durch verschiedene Formen der Beatmung mit IPPV. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

26. Mc CARTHY, G.S.; HEDENSTIERNA, G.: Arterial oxygenation during artificial ventilation. The effect of airway closure and of its prevention by positive endexpiratory pressure. Acta Anaesthesiol. Scand. 22, 563 (1978).

27. Mc INTYRE, B.W.; LAWS, A.K.; RAMACHANDRAN, P.R.: Positive expiratory pressure plateau: Improved gas exchange during mechanical ventilation. Canad. Anaesth. Soc. J. 16, 477 (1969).

28. MOLNAR, I.; REFSUM, H.E.: Influence of simultaneous and equal increase in external dead space and tidal volume on arterial blood gases in artificially ventilated patients. Acta Anaesthesiol. Scand. 18, 161 (1974).

29. PATTON, C.M. JR.; DANNEMILLER, F.J.; BROENNLE, A.M.: CPPB during surgical anesthesia: Effect on oxygenation and blood pressure. Anesth. Analg. (Cleve) 53, 309 (1974).

30. PONTOPPIDAN, H.: Einfluß der künstlichen Beatmung auf Kreislauf und Blutgasaustausch. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

31. POWERS, S.R.: The use of positive endexpiratory pressure (PEEP) for respiratory support. Surg. Clin. North. Am. 54, 1067 (1974).

32. PRYS-ROBERTS, C.; FOËX, P.; GREENE, L.T.; WATERHOUSE, T.D.: Studies of anaesthesia in relation to hypertension. IV. The effects of artificial ventilation on the circulation and pulnonary gas exchanges Br. J. Anaesth. 44, 335 (1972).

33. PURSCHKE, R.; STRASSER, K.; WÜST, H.J.; VOSSEN, W.: Einfluß der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_{IO2}) auf die Oxygenierung des Blutes bei hoher alveolar-arterieller Sauerstoffdruckdifferenz (AaDO2). Vortrag Nr. 27.

34. REINEKE, H.: Lungenveränderungen während Dauerbeatmung. Springer-Verlag 1977.

35. SPENCE, A.A.; ALEXANDER, J.I.: Pulmonary consequences of abdominal and thoracic surgery. Int. Anesthesiol. Clin. 10, 41 (1972).

36. STANDFUSS, K.; KÄMMERER, H.: Vermeintliche Störungen der Verteilung von Ventilation und Perfusion unter Respiratorbeatmung. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

37. SUGERMAN, H.J.; OLOFSSON, K.B.; POLLOCK, T.W.; AGNEW, R.F.; ROGERS, R.M.; MILLER, L.D.: Continous positive endexpiratory pressure ventilation (PEEP) for the treatment of diffuse interstitial pulmonary edema. J. of Trauma 12, 263 (1972).

38. SUTER, P.M.; ISENBERG, M.D.; FAIRLEY, H.B.: Total lung-thorax compliance as an indication of the optimum level of positive end-expiratory pressure. Aus: Scientific Abstracts, University Department of Surgery, Western Infirmary, Glasgow G11 6NT.

39. SYKES, M.K.; YOUNG, W.E.; ROBINSON, B.E.: Oxygenation during anaesthesia with controlled ventilation. Brit. J. Anaesth. 37, 314 (1965).

40. UZAWA, T.; ASHBAUGH, D.G.: Continous positive pressure brathing in acute hemorrhagic pulmonary edema. J.Appl. Physiol. 26, 427 (1969).

41. VISICK, W.D.; FAIRLEY, H.B.; HICKEY, R.F.: The effects of tidal volume and endexpiratory pressure on pulmonary gas exchange during anesthesia. Anesthesiology 39, 285 (1973).

42. VOGEL, W.: Die Bedeutung der disseminierten intravasalen Gerinnung in der terminalen Lungenstrombahn für die postoperative und posttraumatische Insuffizienz. Chirurg 45, 115 (1974).

43. WEST, J.B.: Ventilation/blood flow and gas exchange. 2. Aufl. Davis, Philadelphia 1970.

44. WOLFF, G.; GRÄDEL, E.; CLAUDI, B.; RIST, M.; SCHWAB, Th.: Der Einfluß des akut erniedrigten Herzminutenvolumens auf den intrapulmonalen Rechts-links-Shunt. Schweiz. med. Wschr. 102, 198 (1972).

45. WOLFF, G.; HASSE, J.; CLAUDI, B.; RIEDL, K.; GRÄDEL, E.: Erhöhter intrapulmonaler Rechts-links-Shunt unter sauerstoffreicher Dauerbeatmung bei tiefem Herzminutenvolumen. In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Stuttgart: Thieme 1973.

46. WYCHE, M.Q. JR.; TEICHNER, R.L.; KALLOS, T.; MARSHALL, B.E.; SMITH, T.C.: Effects of continous positive-pressure brathing on functional residual capacity and arterial oxygenation during intra-abdominal operations. Anesthesiology 38, 68 (1973).

47. YAKAITIS, R.W.; THOMAS, J.D.; MAHAFFEY, J.E.: Effects of intraoperative PEEP on postoperative arterial oxygenation. Anesth. Analg. (Cleve) 54. 427 (1975).

LEBENSLAUF

Name	:	Burkhard Pieper
Geb.	:	25.06.1957
Geburtsort	:	Dortmund
Vater	:	Josef Pieper, kfm.Dir., verst. 1974
Mutter	:	Ursula Pieper,Reg.Ang.i.R.
Bruder	:	Michael Pieper, Student d.Humanmedizin a.d.Universität Freiburg

Schulbildung:	1962 - 1966	Grundschule in Dortmund
	1966 - 1973	Humboldt-Gymn. " "
	1973 - 1975	Leibniz -Gymn. " "
	Juni 1975	Abitur

Studium :	Oktober 1975 - Oktober 1981	Student der Humanmedizin a.d.Universität Düsseldorf
	Oktober 1981	Approbation